

**Stephen  
Hawking**



**MOJA KRÓTKA  
HISTORIA**

**autobiografia autora**

**Krótkiej historii czasu**

**Wydawnictwo  
ab**

**Stephen Hawking**

**Moja krótka historia**

Przełożyła Agnieszka Sobolewska



Tytuł oryginału *My Brief History*  
copyright © 2013 by Stephen W. Hawking  
All rights reserved.

Copyright © for the Polish edition by Grupa Wydawnicza Foksal, MMXIII

Copyright © for the Polish translation by Agnieszka Sobolewska, MMXIII

Wydanie I

Warszawa

# Spis treści

Dedykacja

1. Dzieciństwo

2. St Albans

3. Oksford

4. Cambridge

5. Fate grawitacyjne

6. Wielki Wybuch

7. Czarne dziury

8. Cattech

9. Małżeństwo

10. Krótka historia czasu

11. Podróże w czasie

12. Czas urojony

13. Bez granic

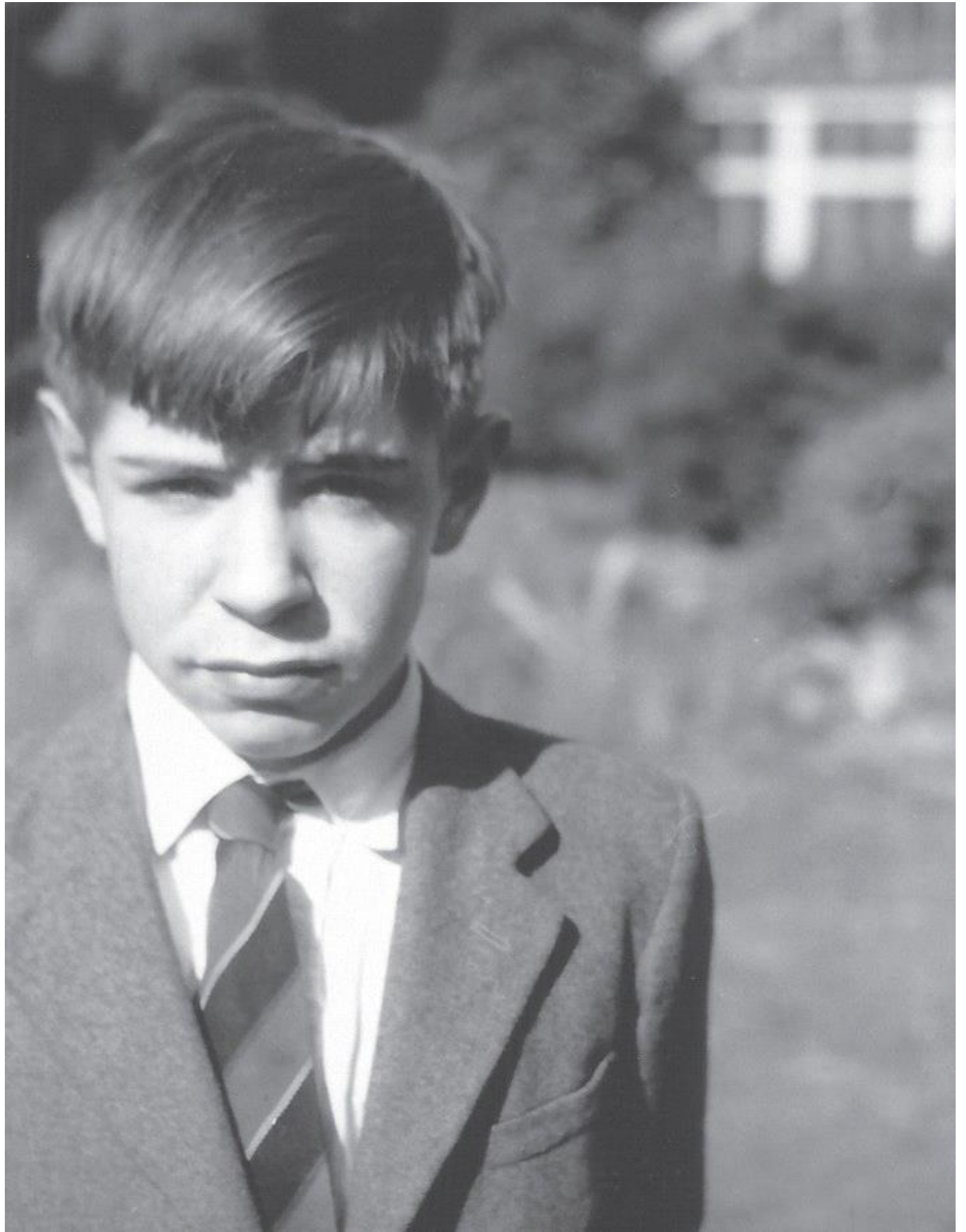
Wykaz źródeł zdjęć

O Autorze

*Dla Williama, George'a i Rose*

## 1. Dzieciństwo

Mój ojciec, Frank, pochodził z chłopskiej rodziny dzierzawiącej ziemię w angielskim hrabstwie York. Jego dziadek, a mój pradziadek, John Hawking, był zamożnym farmerem, ale kupił za dużo gospodarstw i zbankrutował w wyniku kryzysu w rolnictwie na początku XX wieku. Jego syn Robert – mój dziadek – próbował pomóc swojemu ojcu, ale sam też został bankrutem. Na szczęście żona Roberta miała dom w Boroughbridge i prowadziła w nim szkołę, co zapewniało rodzinie niewielkie dochody. Dzięki temu dziadkom udało się posłać syna na studia medyczne na Uniwersytecie Oksfordzkim.









Ojciec zdobywał różne stypendia i nagrody, więc po jakimś czasie sam mógł wysyłać rodzicom pieniądze. Po studiach zajął się badaniami w dziedzinie medycyny tropikalnej i w ramach prac badawczych pojechał w 1937 roku do Afryki Wschodniej. Kiedy wybuchła wojna, przedarł się lądem, a potem rzeką Kongo na drugi koniec kontynentu, żeby wrócić statkiem do Anglii. Tam zgłosił się na ochotnika do służby wojskowej. Usłyszał jednak, że jest cenniejszy dla kraju jako naukowiec prowadzący badania medyczne.



## Mój ojciec i ja

Moja matka urodziła się w Dunfermline w Szkocji jako trzecie z ośmiorga dzieci lekarza rodzinnego. Najstarsza z rodzeństwa była dziewczynka z zespołem Downa, która mieszkała oddzielnie z opiekunką aż do swojej śmierci w wieku trzynastu lat. Rodzina przeprowadziła się do Devon, kiedy moja matka miała lat dwanaście. Podobnie jak Hawkingowie, jej rodzina nie należała do zamożnych. A jednak im również udało się posłać dziecko – moją matkę – na Uniwersytet Oksfordzki. Po studiach matka pracowała w różnych zawodach, między innymi jako inspektor podatkowy, ale nie lubiła tego zajęcia. Rzuciła tę pracę i została sekretarką. Właśnie wtedy, na początku wojny, poznała mojego ojca.



## Z matką

Urodziłem się 8 stycznia 1942 roku, dokładnie trzysta lat po śmierci Galileusza. Jak szacuję, tego dnia przyszło na świat jeszcze około dwustu tysięcy innych dzieci. Nie wiem, czy któreś z nich zainteresowało się później astronomią.

Urodziłem się w Oksfordzie, chociaż rodzice mieszkali w Londynie. Podczas wojny obowiązywała umowa, że Niemcy nie będą bombardować Oksfordu i Cambridge, a w zamian za to Brytyjczycy nie będą zrzucać bomb na Heidelberg i Getyngę. Szkoda, że taką cywilizowaną umową nie można było objąć także innych miast.

Mieszkaliśmy w Highgate, w północnej części Londynu. Półtora roku po mnie na świat przyszła moja siostra Mary, co podobno wcale mnie nie ucieszyło. Przez całe dzieciństwo panowało między nami pewne napięcie, podsycane przez niewielką różnicę wieku. Znikło jednak ono w dorosłym życiu, kiedy podążyliśmy własnymi drogami. Mary została lekarką, ku radości ojca.



Ja, Philippa i Mary

Druga z moich sióstr, Philippa, urodziła się, kiedy miałem prawie pięć lat i lepiej rozumiałem, co się dzieje. Pamiętam, że nie mogłem się doczekać jej przyjścia na świat, żeby było nas troje i żebyśmy mogli grać w różne gry. Philippa była bardzo emocjonalnym i spostrzegawczym dzieckiem, a ja zawsze szanowałem jej zdanie i opinie. Mojego brata Edwarda rodzice adoptowali dużo później, kiedy miałem czternaście lat, więc właściwie w ogóle nie dzielił ze mną dzieciństwa. Bardzo się różnił od naszej trójki, bo zupełnie nie był typem intelektualisty i nie przejawiał zainteresowań akademickich, co zapewne wyszło nam na dobre. Był raczej trudnym dzieckiem, ale nie dało się go nie lubić. Zmarł w 2004 roku z przyczyn, których nie udało się do

końca ustalić; najprawdopodobniej zatrzał się oparami kleju, którego używał przy remoncie mieszkania.



Z rodzeństwem na plaży

Moje najstarsze wspomnienie dotyczy żłobka przy Byron House School w Highgate: stoję tam i wrzeszczę, jakby mnie obdzierali ze skóry. Wokół mnie dzieci bawiły się cudownymi, jak uznałem, zabawkami i chciałem się do nich przyłączyć. Ale miałem tylko dwa i pół roku, po raz pierwszy zostałem z ludźmi, których nie znałem, i byłem wystraszony. Wydaje mi się, że ta reakcja raczej zaskoczyła moich rodziców, bo byłem ich pierwszym dzieckiem, a oni naczytali się w podręcznikach, że dwulatki powinny być gotowe do nawiązywania relacji społecznych. Jednak po tym okropnym poranku zabrali mnie ze żłobka i posłali do Byron House dopiero półtora roku później.

Wtedy, podczas wojny i tuż po niej, w Highgate mieszkało wielu ludzi ze środowisk naukowych i akademickich. (W innym kraju nazywano by ich intelektualistami, ale Anglicy nigdy się do żadnych intelektualistów nie przyznawali.) Wszyscy oni posyłali swoje dzieci do Byron House School, która była bardzo postępową jak na tamte czasy.



Nasza ulica w Highgate w Londynie

Pamiętam, jak skarżyłem się rodzicom, że niczego się tam nie uczę. Wychowawcy z Byron House nie wierzyli w ogólnie wówczas przyjęte metody wbijania uczniom materiału do głowy za pomocą żmudnych powtórzeń. Mieliśmy się nauczyć czytać, nie zdając sobie sprawy z tego, że ktoś nas uczy. W końcu opanowałem tę umiejętność, ale dopiero w dość późnym wieku ośmiu lat. Moja siostra Philippa, uczona bardziej konwencjonalnymi metodami, potrafiła czytać jako czterolatka. No, ale ona była zdecydowanie bystrzejsza ode mnie.



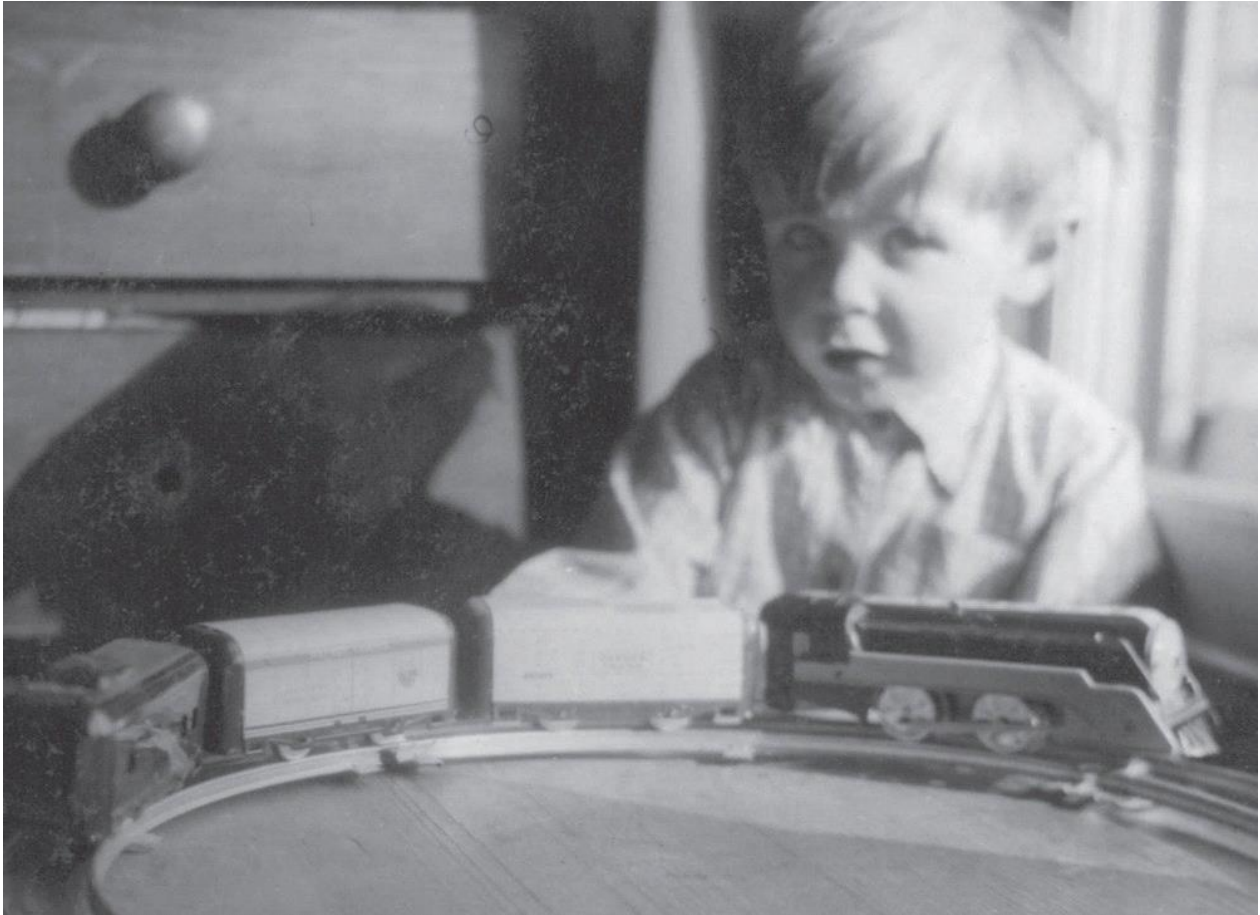


Londyn w czasie bombardowań

Mieszkaliśmy w wysokim, wąskim wiktoriańskim domu, który rodzice kupili bardzo tanio podczas wojny, kiedy wszyscy myśleli, że Londyn zostanie doszczętnie zniszczony. Rzeczywiście, rakietę V-2 spadła nieopodal. Mnie, matki i siostry nie było wtedy w pobliżu – był tylko ojciec. Na szczęście nic mu się nie stało, a sam budynek za bardzo nie ucierpiał. Za to przez wiele lat po bombardowaniu na naszej ulicy znajdowało się wielkie gruzowisko, na którym bawiłem się z moim kolegą Howardem, mieszkającym trzy domy dalej. Howard był dla mnie objawieniem, bo jego rodzice nie byli intelektualistami jak rodzice wszystkich innych znanych mi dzieci. Chodził do miejskiej szkoły, nie do Byron House, i znał się na piłce nożnej oraz boksie, sportach, o których moi rodzice nie tylko nie mieli pojęcia, lecz którymi nawet nie przyszłoby im do głowy się interesować.

Jednym z dawniejszych wspomnień jest też pierwsza kolejka, którą dostałem. Podczas wojny nie produkowano zabawek, przynajmniej nie na rynek krajowy. Mnie jednak pasjonowały modele pociągów. Ojciec próbował zrobić mi drewniany pociąg, ale to mnie nie satysfakcjonowało, bo chciałem mieć coś, co by się samo poruszało. Kupił więc z drugiej ręki mechaniczny pociąg, naprawił go lutownicą i dał mi na Gwiazdkę, kiedy miałem niecałe trzy lata. Ta kolejka nie działała najlepiej, ale tuż po wojnie ojciec pojechał do Ameryki, a kiedy wrócił liniowcem „Queen Mary”, przywiózł wszystkim prezenty. Moja matka dostała nylony, w tamtym czasie nie do kupienia w Wielkiej Brytanii. Moja siostra Mary dostała lalkę, która zamykała oczy, kiedy się ją kładło. A ja – amerykańską kolejkę z lokomotywą z odgarniaczem i torami w kształcie ósemki.

Nadal pamiętam swoją ekscytację w chwili otwierania pudełka.



Ja i moja kolejka

Mechaniczne pociągi, które trzeba było nakręcać, nie były złe, ale tak naprawdę marzyłem o kolejce elektrycznej. Całymi godzinami oglądałem makietę kolejową klubu modelarskiego w Crouch End niedaleko Highgate. Kolejka elektryczna śniła mi się w nocy. Wreszcie, kiedy oboje rodzice gdzieś wyjechali, skorzystałem z okazji i podjąłem z konta w banku pocztowym całą, bardzo skromną sumę, uzbieraną z pieniędzy, które dawano mi na specjalne okazje, takie jak chrzest. Kupiłem za nią kolejkę elektryczną, ale, ku mojej frustracji, ta też się psuła. Powinienem był ją odnieść i poprosić, żeby albo sklep, albo producent ją wymienili, ale w tamtych czasach panowało przekonanie, że już samo kupienie czegoś jest przywilejem, a jeśli zakup okaże się wadliwy – twój pech. Zapłaciłem więc za naprawę elektrycznego silniczka lokomotywy, ale niewiele to pomogło.

Później, jako nastolatek, budowałem modele samolotów i łodzi. Nigdy nie miałem szczególnych zdolności manualnych, ale zajmowałem się modelarstwem wspólnie ze szkolnym kolegą Johnem McClenahanem, który był w tym znacznie lepszy i którego ojciec miał w domu warsztat. Zawsze chciałem robić działające modele i nimi sterować. Nie obchodziło mnie, jak wyglądają. Chyba ten sam impuls doprowadził mnie do wymyślenia mnóstwa niezwykle skomplikowanych gier, w czym znaczny udział miał inny mój szkolny kolega, Roger Ferneyhough. Była wśród nich gra przemysłowa z makietą fabryk, w których produkowane były towary w różnych kolorach, z drogami i torami kolejowymi, którymi te towary były przewożone, oraz

giełdą. Była gra wojenna rozgrywana na planszy złożonej z czterech tysięcy pól, a nawet gra feudalna, w której każdy gracz zawiadywał całą dynastią i miał do dyspozycji drzewo genealogiczne. Myślę, że te gry, podobnie jak pociągi, łodzie i samoloty, brały się z potrzeby zrozumienia, jak działają różne systemy i jak można je kontrolować. Od początku moich studiów doktorskich tę potrzebę zaspokajają badania kosmologiczne. Jeśli rozumiemy, jak działa Wszechświat, w pewnym sensie go kontrolujemy.

## 2. ST ALBANS

W 1950 roku laboratorium, w którym pracował mój ojciec, przeniosło się z Hampstead w pobliżu Highgate do nowo wybudowanego National Institute for Medical Research w Mill Hill, na północnym krańcu Londynu. Ojciec uznał, że zamiast pokonywać codziennie trasę z Highgate do nowego miejsca pracy, sensowniej będzie wyprowadzić się z całą rodziną ze stolicy i dojeżdżać spoza miasta. Rodzice kupili więc dom w słynącym z prastarej katedry St Albans, położonym około dziesięciu mil na północ od Mill Hill i dwudziestu mil od centrum Londynu. Był to duży wiktoriański budynek, niepozbawiony elegancji i charakteru. Rodzice nie byli szczególnie zamożni, kiedy go kupowali, a dom wymagał gruntownego remontu, zanim mogliśmy się wprowadzić. Później ojciec, jak prawdziwy skąpiec z Yorkshire, skąd przecież pochodził, odmówił płacenia za dalsze naprawy. Starał się za to jak mógł utrzymać naszą siedzibę w dobrym stanie, ale budynek był duży, a ojciec nie miał szczególnego drygu do takich spraw. Dom był jednak solidnie zbudowany, więc wytrzymał to zaniedbanie. Rodzice sprzedali go w 1985 roku, kiedy ojciec poważnie chorował, na rok przed jego śmiercią. Widziałem niedawno ten budynek – nie wyglądało na to, żeby przeprowadzono w nim jakiś remont.



Nasz dom w St Albans

Dom zaprojektowano dla rodziny ze służbą, więc w pokoju kredensowym wisiała tablica pokazująca, z którego pokoju dzwoniono. Oczywiście nie mieliśmy służby, ale moja pierwsza sypialnia była niewielkim pomieszczeniem w kształcie litery L, które musiało być przeznaczone dla pokojówki. Poprosiłem o ten pokój, bo moja kuzynka Sarah, trochę ode mnie starsza i bardzo

przeze mnie podziwiana, stwierdziła, że będziemy mogli się tu świetnie bawić. Jedną z atrakcji polegała na tym, że można było wyjść przez okno na dach szopy na rowery, a stamtąd zeskoczyć na ziemię.

Sarah była córką Janet, starszej siostry mojej matki. Ciotka skończyła studia medyczne i wyszła za psychoanalityka. Mieszkali w dość podobnym do naszego domu w Harpenden, wiosce położonej pięć mil dalej na północ. To między innymi z ich powodu przeprowadziliśmy się do St Albans. Bardzo się cieszyłem, że mieszkam blisko Sarah, i często jeździłem autobusem do Harpenden, żeby ją odwiedzić.

Samo St Albans znajdowało się obok ruin starorzemiejskiego miasta Verulamium, które było najważniejszą po Londynie osadą Rzymian na Wyspach Brytyjskich. W średniowieczu mieścił się tu najbogatszy klasztor w kraju. Zbudowano go wokół sanktuarium poświęconego świętemu Albanowi, rzymskiemu centurionowi, którego uważa się za pierwszą osobę w Wielkiej Brytanii straconą za wyznawanie chrześcijaństwa. Z opactwa został tylko bardzo duży i raczej brzydki kościół oraz stary budynek bramny, który stał się częścią St Albans School – do tej szkoły później chodziłem. W porównaniu z Highgate czy Harpenden St Albans było dość sztywnym i konserwatywnym miejscem. Rodzice właściwie z nikim się tam nie zaprzyjaźnili. Częściowo z własnej winy, bo mieli dość samotniczą naturę, zwłaszcza ojciec. A częściowo także dlatego, że mieszkali tu zupełnie inni ludzie – z pewnością żadnego z rodziców moich kolegów ze szkoły w St Albans nie można było nazwać intelektualistą.

W Highgate nasza rodzina wydawała się względnie normalna, ale myślę, że w St Albans mieliśmy opinię ekscentryków. Dodatkowo umacniało ją zachowanie ojca, który za nic miał konwenanse i pozory, jeśli tylko dzięki ich ignorowaniu mógł coś zaoszczędzić. W dzieciństwie cierpiał biedę i wywarło to na niego trwałe wpływy. Nie znośił wydawać pieniędzy na zapewnienie sobie wygody, nawet kiedy – w późniejszych latach – było go na to stać. Nie zgodził się na instalację centralnego ogrzewania, chociaż zimno poważnie mu doskwierało. Zamiast grzać się w ciepłe kaloryferów, na normalne ubranie zakładał kilka swetrów i szlafrok. Zawsze był jednak hojny w stosunku do innych.

W latach pięćdziesiątych uznał, że nie stać nas na nowy samochód, więc kupił przedwojenną londyńską taksówkę i we dwóch zbudowaliśmy dla niej garaż: półokrągły barak z blachy falistej. Sąsiedzi byli oburzeni, ale nie mogli nas powstrzymać. Jak większość chłopców, czułem się zażenowany własnymi rodzicami – ale ich samych nigdy to nie martwiło.



Nasz wóz cygański

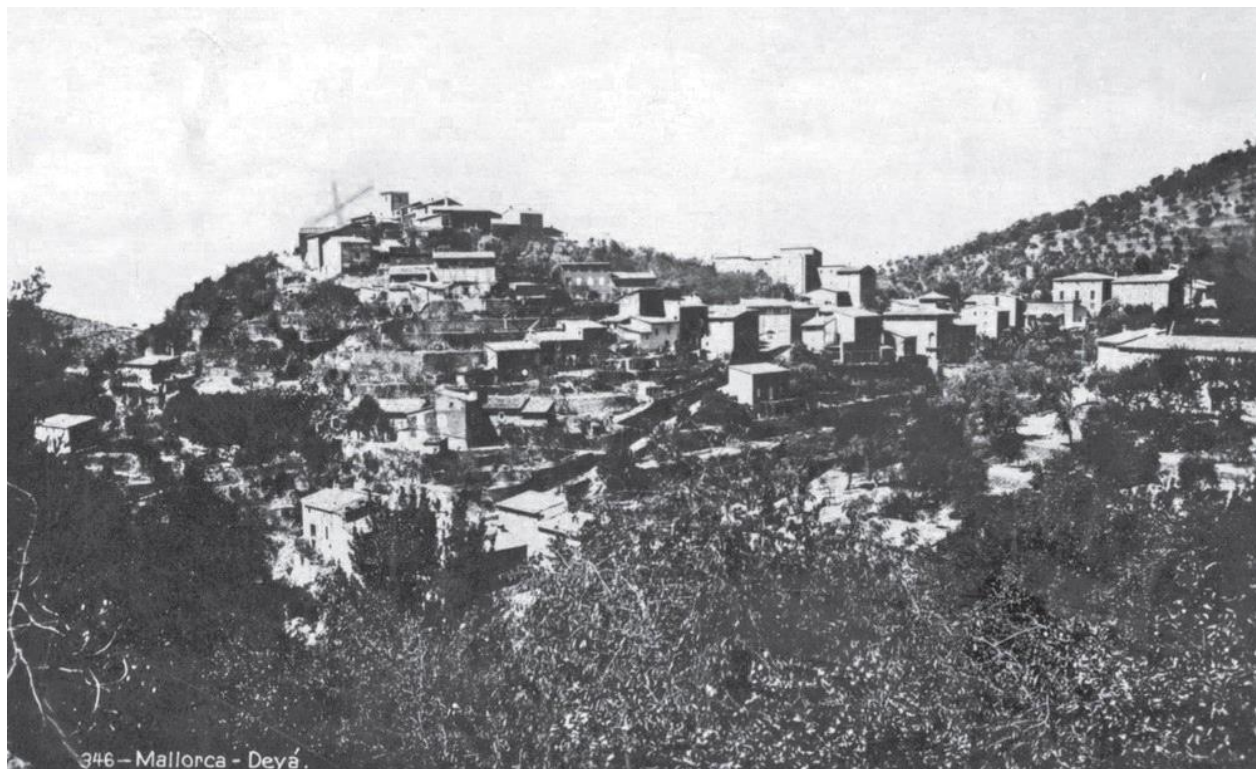


Jako wakacyjne lokum rodzice kupili wóz cygański. Umieścili go na polu w Osmington Mills, na południowym wybrzeżu Wielkiej Brytanii, w pobliżu Weymouth. Wóz był jaskrawo pomalowany przez Cyganów, pierwotnych właścicieli. Ojciec pociągnął go zieloną farbą, żeby mniej rzucał się w oczy. W środku było podwójne łóżko z szafkami pod spodem, ale ojciec przerobił je na łóżko piętrowe z wykorzystaniem noszy z demobilu. Rodzice spali obok w namiocie, także pochodzącym z demobilu. Spędzaliśmy tam wakacje do 1958 roku, kiedy władzom hrabstwa wreszcie udało się usunąć wóz z pola.





Ja na żaglówce na jeziorze Oulton Broad w Suffolk



Nasza tymczasowy dom: Deya, Majorka

Zaraz po przeprowadzce do St Albans posłano mnie do Gimnazjum dla Dziewcząt, które wbrew nazwie przyjmowało chłopców do dziesiątego roku życia. Chodziłem tam zaledwie przez jeden semestr, kiedy ojciec, jak niemal co roku, wyjechał na wyprawę do Afryki, tyle że tym razem na dość długo – nie było go około czterech miesięcy. Matka nie miała ochoty być przez cały ten czas sama, więc zabrała obie moje siostry i mnie w odwiedziny do swojej szkolnej przyjaciółki Beryl, która wyszła za Roberta Gravesa. Państwo Graves mieszkali w wiosce Deya na Majorce. Wojna skończyła się zaledwie pięć lat wcześniej, a hiszpański dyktator Franco, sprzymierzony wcześniej z Hitlerem i Mussolinim, był nadal u władzy. (Przy której zresztą pozostał przez kolejne dwie dekady.) Mimo to matka, przed wojną członkini Young Communist League, udała się z trójką małych dzieci statkiem i pociągiem na Majorkę. Wynajęliśmy dom w Dei i cudownie się bawiliśmy. Miałem wspólnego prywatnego nauczyciela z synem Roberta, Williamem.



Ja (po lewej) z synem Roberta Gravesa, Williamem

Ten nauczyciel był protegowanym Roberta i bardziej niż uczenie nas interesowało go pisanie sztuki na festiwal w Edynburgu. Żeby dać nam coś do roboty, kazał codziennie czytać rozdział z *Biblii króla Jakuba* i pisać o tym wypracowanie. Mieliśmy w ten sposób uczyć się piękna języka angielskiego. Zanim wyjechałem z Majorki, przerobiliśmy tak całą Księgę Rodzaju i część Księgi Wyjścia. Dzięki temu ćwiczeniu nauczyłem się przede wszystkim, żeby nie zaczynać zdania od „i”. Kiedy zwróciłem uwagę, że większość zdań w Biblii zaczyna się od „i”, usłyszałem, że od czasów króla Jakuba angielski nieco się zmienił. W takim razie, naciskałem, po co kazać nam czytać Biblię?

Jednak te dyskusje na nic się nie zdały. Robert Graves był w tamtym czasie zafascynowany biblijnym symbolizmem i mistycyzmem, nie było więc do kogo się odwołać.

Wróciliśmy, kiedy zaczynał się Festival of Britain. Rząd laburzystów wpadł na pomysł, żeby w ten sposób spróbować odtworzyć sukces Wielkiej Wystawy z 1851 roku, zorganizowanej przez księcia Alberta i będącej pierwszą wystawą światową w nowoczesnym pojęciu. Festiwal zapewnił ludziom tak potrzebną odskocznię od niedostatku lat wojny i lat powojennych. Wystawa, odbywająca się na południowym brzegu Tamizy, otworzyła mi oczy na nowe formy architektury oraz nowości w dziedzinie nauki i techniki. Nie potrwała jednak długo: jesienią wybory wygrał konserwatyści, którzy ją zamknęli.

Gdy miałem dziesięć lat, zdawałem tak zwany egzamin jedenaście plus. Był to test inteligencji dla jedenastoletków, który miał wyłonić dzieci nadające się do kształcenia akademickiego spośród większości, posyłanej następnie do nieakademickich gimnazjów. Dzięki temu systemowi

wiele dzieci z klasy robotniczej i niższej klasy średniej mogło pójść na uniwersytet, wybić się i zająć wysokie stanowiska, ale silne były też głosy protestu przeciwko dokonywaniu takiej ostatecznej selekcji w wieku jedenastu lat. Przeciw byli głównie rodzice z klasy średniej, którzy oburzali się, że ich dzieci mają iść do szkoły z uczniami z klasy robotniczej. W latach siedemdziesiątych prawie całkowicie zrezygnowano z tego systemu na rzecz powszechnego kształcenia ogólnego.

Angielska oświata w latach pięćdziesiątych była silnie zhierarchizowana. Nie tylko szkoły dzielono na akademickie i nieakademickie, lecz także w tych akademickich obowiązywał dalszy podział na grupy A, B i C. Takie rozwiązanie było idealne dla uczniów, którzy trafili do grupy A, nie najlepsze dla tych, których zakwalifikowano do B, i kiepskie dla reszty, która znalazła się w grupie C, bo w ten sposób można było trwale zniechęcić w miarę zdolnych uczniów do nauki. Mnie na podstawie wyników egzaminu „jedenaście plus” zapisano do grupy A w St Albans School. Jednak po pierwszym roku nauki wszystkich, którzy znaleźli się poniżej dwudziestego miejsca w klasowym rankingu ocen, przenoszono do grupy B. Odbierało im to wiarę w siebie, czasami na dobre. Przez pierwsze dwa semestry w St Albans doszedłem do dwudziestego czwartego i dwudziestego trzeciego miejsca, ale w trzecim semestrze byłem już osiemnasty. O włos uniknąłem więc przeniesienia do gorszej grupy na koniec roku.

Kiedy miałem trzynaście lat, ojciec namawiał mnie, żebym spróbował dostać się do Westminster School, jednej z najważniejszych prywatnych szkół w Wielkiej Brytanii. Jak już wspominałem, w tamtych czasach istniały w oświacie ostre podziały klasowe, a ojciec uznał, że towarzyska ogłada, jaką zapewniłaby taka szkoła, przydałaby mi się w życiu. Uważał, że jego własny brak wyrobienia i koneksji jest powodem zbyt powolnego rozwoju kariery, a możliwości awansu przypadają mniej zdolnym osobom. Był na tym punkcie trochę przewrażliwiony, bo czuł, że wyprzedzają go inni, nie tak dobrzy jak on, ale pochodzący z właściwego środowiska i odpowiednio ustosunkowani. Ostrzegał mnie przed takimi ludźmi.

Ponieważ rodzice nie byli zamożni, musiałbym zdobyć stypendium, żeby chodzić do Westminster. W czasie egzaminu stypendialnego byłem jednak chory, więc nie mogłem go zdać. Zostałem w St Albans School, gdzie odebrałem równie dobre, jeśli nie lepsze wykształcenie od tego, które czekałoby mnie w Westminster School. Nigdy nie zdarzyło się, żeby brak towarzyskiej ogłady w czymś mi przeszkodził, choć chyba fizyka różni się trochę pod tym względem od medycyny. W fizyce nie ma znaczenia, do jakiej szkoły chodziłeś ani z kim jesteś spokrewniony. Liczy się to, co robisz.



Ja (z prawej) jako nastolatek

W klasowym rankingu ocen nigdy nie znalazłem się wyżej niż mniej więcej w połowie stawki (to była bardzo bystra klasa). Moje prace wyglądały wyjątkowo niechlujnie, a mój charakter pisma przyprawiał nauczycieli o rozpacz. Z drugiej strony koledzy nadali mi przydomek Einstein, więc przypuszczalnie dostrzegli we mnie jakiś potencjał. Kiedy miałem dwanaście lat, jeden z moich przyjaciół założył się z innym kolegą o paczkę cukierków, że nigdy niczego nie osiągnę. Nie wiem, czy ten zakład został rozstrzygnięty, a jeśli tak – jaki był werdykt.

Miałem sześciu czy siedmiu bliskich przyjaciół; z większością z nich nadal utrzymuję kontakty. Prowadziliśmy długie dyskusje o wszystkim – od zdalnie sterowanych modeli do religii i od parapsychologii do fizyki. I często się kłóciliśmy. Rozmawialiśmy między innymi o pochodzeniu Wszechświata i o tym, czy Bóg był konieczny, żeby go stworzyć i wprawić w ruch. Słyszałem już wtedy, że światło z odległych galaktyk jest przesunięte w kierunku czerwonego końca spektrum i że ma to oznaczać, iż Wszechświat się rozszerza. (Przesunięcie ku niebieskie-

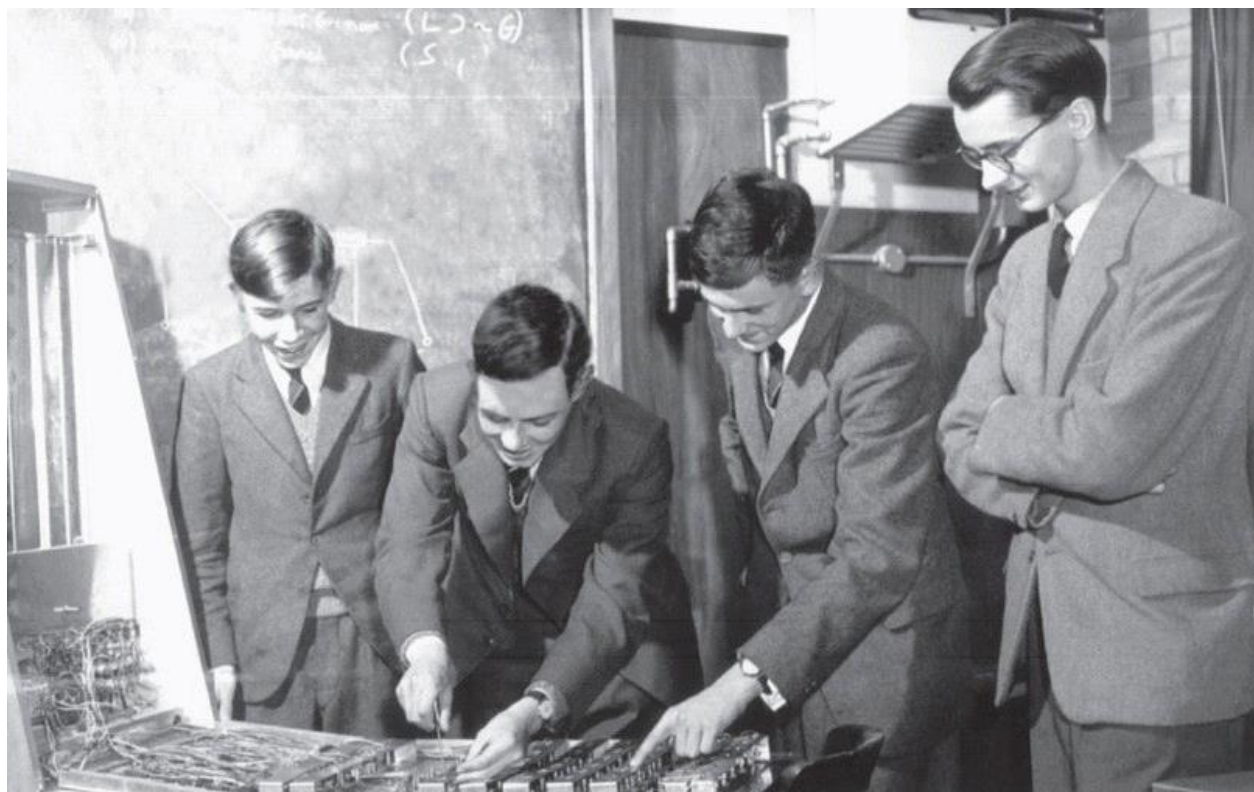
mu znaczyłoby, że Wszechświat się kurczy.) Byłem jednak pewien, że musi istnieć jakiś inny powód przesunięcia ku czerwieni. Zasadniczo niezmienny i wieczny Wszechświat wydawał mi się czymś znacznie bardziej naturalnym. Może po prostu światło się męczy i czerwienieje w drodze do nas – snułem przypuszczenia. Dopiero po około dwóch latach studiów doktoranckich zrozumiałem, że się myliłem.

Ojciec zajmował się badaniami nad chorobami tropikalnymi i oprowadzał mnie po swoim laboratorium w Mill Hill. Bardzo to lubiłem, zwłaszcza patrzenie przez mikroskopy. Zabierał mnie też do insektarium, gdzie trzymał komary zarażone tropikalnymi chorobami. Trochę mnie to niepokoiło, bo zawsze miałem wrażenie, że kilka komarów lata sobie swobodnie. Ojciec był bardzo pracowity i oddany swoim badaniom.



Mój ojciec na jednej z wypraw w teren w ramach badań nad medycyną tropikalną

Zawsze interesowało mnie, jak działają różne rzeczy, i żeby się o tym przekonać, rozbiierałem je na części, ale ze składaniem ich z powrotem nie szło mi już tak dobrze. Moje umiejętności praktyczne nigdy nie mogły nadążyć za dociekaniem teoretycznymi. Ojciec dopin-gował mnie w tych naukowych zainteresowaniach i nawet dawał mi korepetycje z matematyki, aż doszedłem do etapu wykraczającego poza jego wiedzę. Wobec takich predyspozycji i doświadczeń (łącznie z zawodem ojca) przyjmowałem za rzecz naturalną, że zostanę naukow-cem.



Ja (z lewej) w St Albans School

W ciągu ostatnich dwóch lat w szkole chciałem specjalizować się w matematyce i fizyce. Mieliśmy inspirującego matematyka, pana Tahtę, a szkoła wybudowała właśnie nową pracownię matematyczno-fizyczną. Jednak ojciec zdecydowanie sprzeciwiał się mojemu wyborowi, bo uważał, że matematyk będzie mógł dostać pracę tylko jako nauczyciel. Byłby zachwycony, gdybym poszedł na medycynę, ale nie przejawiałem zainteresowania biologią, która wydawała mi się zbyt opisowa i niewystarczająco fundamentalna. Miała też dość niski status w szkole. Najzdolniejsi wybierali matematykę i fizykę; mniej zdolni – biologię.

Ojciec wiedział, że na biologię się nie zdecyduję, ale zmusił mnie do skupienia się na chemii i zajmowania matematyką tylko w ograniczonym zakresie. Uważał, że w ten sposób będę miał później większe możliwości wyboru określonej dziedziny nauki. Jestem dziś profesorem matematyki, ale formalną edukację z tego przedmiotu zakończyłem w szkole St Albans w wieku siedemnastu lat. Musiałem uczyć się tego, co teraz wiem, niejako przy okazji. Prowadziłem kiedyś zajęcia ze studentami w Cambridge i sam wyprzedzałem ich w matematyce tylko o tydzień kursu.

Fizyka zawsze wydawała mi się najnudniejszym przedmiotem w szkole, bo była taka łatwa i oczywista. Chemia okazała się fajniejsza, bo ciągle działo się coś niespodziewanego, na przykład jakieś eksplozje. Jednak to fizyka i astronomia dawały nadzieję na zrozumienie tego, skąd się wzięliśmy i dlaczego tu jesteśmy. Chciałem zgłębić tajemnice Wszechświata. Może w jakimś niewielkim stopniu mi się to udało, ale zostało jeszcze wiele rzeczy, których chciałbym się dowiedzieć.

### 3. Oksford

Ojciec stanowczo obstawał przy tym, żebym studiował w Oksfordzie lub Cambridge. Sam skończył oksfordzki University College, więc uważał, że i ja powinienem tam zdawać, bo będę miał większe szanse się dostać. To kolegium nie przyznawało wtedy stypendiów z matematyki i także dlatego ojciec chciał, żebym uczył się chemii: mógłbym ubiegać się o stypendium z nauk przyrodniczych.

Reszta rodziny wyjechała na rok do Indii, ale ja musiałem zostać, żeby zdawać maturę i egzaminy wstępne na uczelnię. Mieszkałem u rodziny dr. Johna Humphreya, kolegi ojca z National Institute for Medical Research, w domu w Mill Hill. W piwnicy stały modele lokomotyw parowych i innych pojazdów, wykonane przez ojca Johna Humphreya, więc dużo czasu spędzałem właśnie tam. Na wakacje pojechałem do Indii, aby dołączyć do rodziców i rodzeństwa. Moja rodzina wynajęła dom w Lakhnau od skompromitowanego w skandalu korupcyjnym, byłego gubernatora indyjskiego stanu Uttar Pradeś. Ojciec odmówił jedzenia indyjskich potraw i zatrudnił byłego kucharza oraz tragarza dawnej armii brytyjskiej w Indiach, żeby przygotowywał i podawał angielskie jedzenie. Osobiście wolałbym coś z większym polotem.

Pojechaliśmy do Kaszmiru i wynajęliśmy łódź mieszkalną na jeziorze w Śrinagarze. Wybraliśmy się w porze monsunowej i droga przez góry, zbudowana przez armię indyjską, była miejscami zalana (normalna trasa prowadziła przez linię demarkacyjną do Pakistanu). Nasz samochód, sprowadzony z Anglii, nie był w stanie przebić się przez rozlewiska mające więcej niż trzy cale głębokości, więc pewien sikhijski kierowca ciężarówki musiał nas wziąć na hol.

Dyrektor naszej szkoły uważał, że jestem zdecydowanie za młody, żeby zdawać na Oksford, ale w marcu 1959 roku pojechałem na egzamin stypendialny z dwoma o rok starszymi kolegami. Byłem przekonany, że źle mi poszło, i czułem się bardzo przygnębiony, kiedy podczas egzaminu praktycznego wykładowcy uniwersyteccy podchodzili do innych kandydatów, żeby z nimi porozmawiać, ale do mnie – nie. A potem, kilka dni po moim powrocie z Oksfordu, dostałem telegram z wiadomością, że przyznano mi stypendium.





Ja w roli sternika w Klubie Wioślarskim

Miałem siedemnaście lat. Większość studentów na moim roku odbyła już służbę wojskową i była znacznie starsza. Przez pierwszy rok i część drugiego czułem się raczej samotny. Na trzecim, żeby poznać więcej osób, zapisałem się do Klubu Wioślarskiego i zostałem sternikiem. Moja kariera miała jednak dość katastrofalny przebieg. Ponieważ rzeka w Oksfordzie jest zbyt wąska, żeby osady płynęły obok siebie, regaty mają charakter swoistego pościgu. Ósemki – łodzie z ośmioosobową załogą – ustawiają się przy brzegu jedna za drugą, a każdy sternik trzyma linkę startową, tak aby jego łódź zachowała właściwą odległość od ósemki przed nią.

Podczas pierwszego wyścigu puściłem linkę w momencie, kiedy wypalił pistolet startowy, ale zaplątała się w linki steru. W rezultacie nasza łódź zoczyła z kursu i zostaliśmy zdyskwalifikowani. Później zaliczyłem czołowe zderzenie z inną ósemką, ale przynajmniej w tym przypadku mogę twierdzić, że nie była to moja wina – to my, a nie oni, mieliśmy pierwszeństwo. Mimo braku sukcesów w roli sternika rzeczywiście poznałem wtedy więcej kolegów i studiowanie wydało mi się znacznie przyjemniejsze.

W tamtych czasach dominowało w Oksfordzie podejście bardzo niechętnie wyteżonej nauce. Panowało przekonanie, że albo jesteś zdolny i studiowanie przychodzi ci bez wysiłku, albo masz zaakceptować swoje ograniczenia i zadowolić się czwartą – najniższą – klasą dyplomu. Jeśli ktoś pilnie się uczył, żeby zapracować na dyplom wyższej klasy, był uważany za „szaraka”, co w oksfordzkim słownictwie stanowiło najgorszą obelgę.



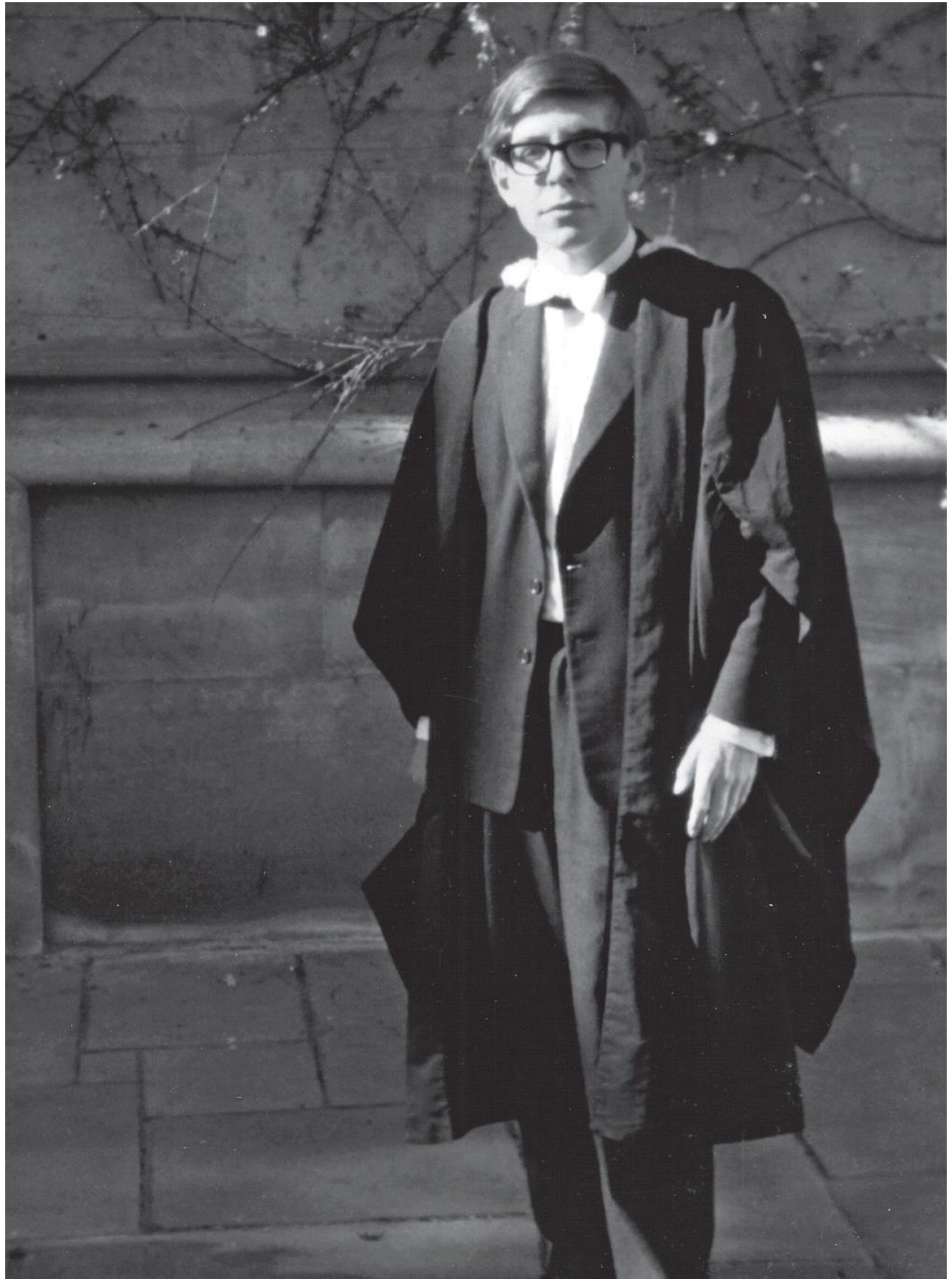
Klub Wioślarski odpoczywa

Władze kolegów Uniwersytetu Oksfordzkiego w tamtych czasach poczuwały się do odpowiedzialności za moralność studentów. Były to zatem kolegia wyłącznie męskie lub żeńskie. Ich bramy zamykano o północy, a przed tą godziną wszyscy goście – zwłaszcza ci płci przeciwnej – mieli opuścić kampus. Jeśli chciało się wyjść później, trzeba było wdrapać się na wysoki mur najeżony kolcami. W moim kolegium nie życzone sobie, żeby studenci się pokaleczyli, więc zostawiono przerwę między kolcami, tak że dość łatwo było się od nas wydostać. Co innego, jeśli zostało się przyłapanym w łóżku z osobą płci przeciwnej – w takim przypadku wydalano delikwenta w trybie natychmiastowym.



Klub Wioślarski się bawi

Obniżenie granicy pełnoletności do osiemnastu lat oraz rewolucja seksualna lat sześćdziesiątych wszystko zmieniły, ale to nastąpiło już po moich studiach w Oksfordzie.



## Ukończenie studiów w Oksfordzie

W owych czasach zajęcia z fizyki były pomyślane w sposób, który wyjątkowo ułatwiał unikanie wysiłku. Zdałem jeden egzamin przed przyjęciem na uczelnię, a potem przez trzy lata studiowałem w Oksfordzie, mając w perspektywie jedynie egzaminy końcowe. Obliczyłem kiedyś, że przez te trzy lata zaliczyłem około tysiąca godzin nauki, czyli średnio godzinę dziennie. Nie jestem dumny z tego braku pilności, ale w tamtym czasie większość kolegów podzielała moje podejście. Przybieraliśmy pozę całkowicie znudzonych i emanowaliśmy przekonaniem, że nie ma rzeczy, dla których warto się wysilać. Moja choroba miała między innymi taki skutek, że radykalnie zmieniła to podejście. Perspektywa możliwej śmierci w młodym wieku uświadamia ci, że warto żyć i że jest mnóstwo rzeczy, które chciałbyś zrobić.



Ze względu na brak przygotowania planowałem przebrnąć przez egzamin końcowy dzięki rozwiązaniu zadań z fizyki teoretycznej i uniknąć pytań wymagających wiedzy faktograficznej. Jednak w noc przed egzaminem nie mogłem spać ze zdenerwowania, więc nie poszło mi najlepiej. Znalazłem się na granicy między dyplomem pierwszej i drugiej klasy, egzaminatorzy musieli zatem odbyć ze mną rozmowę, żeby ustalić, który z nich powinienem otrzymać. Zapytali mnie wtedy o plany na przyszłość. Odparłem, że chcę się zająć badaniami naukowymi. Jeśli dadzą mi dyplom pierwszej klasy, oznajmiłem, pójdę na Cambridge. A jeśli tylko drugiej, zostanę na Oksfordzie. Dostałem pierwszą.

W ramach planu awaryjnego, w razie gdybym nie mógł zostać naukowcem, złożyłem podanie o przyjęcie do służby cywilnej. Ze względu na swoje przekonania dotyczące broni jądrowej nie chciałem mieć nic wspólnego z resortem obrony. Jako preferencje podałem więc pracę w Ministerstwie Budownictwa Publicznego oraz w charakterze sekretarza Izby Gmin. Podczas

rozmów kwalifikacyjnych okazało się, że nie mam pojęcia, czym zajmuje się sekretarz Izby Gmin, ale mimo to przeszedłem te rozmowy pomyślnie i został mi tylko egzamin pisemny. Niestety, zupełnie o nim zapomniałem. Komisja rekrutacyjna służby cywilnej napisała do mnie uprzejmy list z informacją, że mogę próbować ponownie za rok i że ta nieobecność na egzaminie nie będzie przemawiać na moją niekorzyść. Całe szczęście, że nie zostałem urzędnikiem państwowym. Z moją niepełnosprawnością nie dałbym sobie rady.

Uniwersytet oferował kilka skromnych stypendiów podróży na okres długich wakacji po egzaminie dyplomowym. Pomyślałem, że im dalszą wyprawę zaproponuję, tym większe będę mieć szanse na zdobycie takiego grantu. Oświadczyłem więc, że chcę jechać do Iranu. Wyruszyłem z kolegą ze studiów, Johnem Elderem, który już tam kiedyś był, a do tego znał miejscowy język, perski. Pojechaliśmy pociągiem do Stambułu, a stamtąd do Erzurum we wschodniej Turcji, w pobliżu góry Ararat. Dalej kolej prowadziła przez terytorium Związku Radzieckiego, więc musieliśmy przesiąść się do arabskiego autobusu, razem z kurami i owcami, który zawiózł nas do Tebrizu, a potem do Teheranu.

W Teheranie pożegnałem się z Johnem i pojechałem z innym znajomym studentem na południe, do Isfahanu, Szirazu i Persepolis, stolicy starożytnych perskich królów, która została splądrowana przez Aleksandra Wielkiego. Następnie przez pustynię zajmującą centralną część kraju udałem się do Meshedu.

W drodze powrotnej razem z moim towarzyszem podróży, Richardem Chiinem, znaleźliśmy się w strefie trzęsienia ziemi w Bu'in Zahra. Miało ono siłę 7,1 stopnia w skali Richtera i zginęło w nim ponad dwanaście tysięcy ludzi. Musieliśmy być gdzieś w pobliżu epicentrum, ale nie zdawałem sobie z tego sprawy, bo dogorywałem chory na siedzeniu autobusu podsakującego na irańskich drogach. Ponieważ nie znaliśmy perskiego, nic nie wiedzieliśmy o kataklizmie przez kilka dni spędzonych w Tebrizie, gdzie dochodziłem do siebie po poważnym ataku dyzenterii i złamaniu żebra wskutek uderzenia o przednie siedzenie autobusu. Dopiero po przyjeździe do Stambułu dowiedzieliśmy się, co się stało.

Wysłałem pocztówkę do rodziców, którzy od dziesięciu dni z niepokojem czekali na wieści. Kiedy ostatni raz się kontaktowaliśmy, miałem wyjechać z Teheranu w rejon trzęsienia ziemi w dniu, w którym doszło do kataklizmu.

## 4. Cambridge

Przyjechałem do Cambridge na studia doktoranckie w październiku 1962 roku. Złożyłem prośbę o przydzielenie mnie do zespołu Freda Hoyle'a, najsłynniejszego wówczas brytyjskiego astronoma i głównego obrońcy teorii stanu stacjonarnego. Używam tu słowa „astronom”, bo kosmologii nie uznawano wtedy właściwie za odrębną, pełnoprawną dziedzinę. To pod kierunkiem Hoyle'a chciałem prowadzić badania, zainspirowany letnim kursem z jego studentem Jayantem Narlikarem. Hoyle miał już jednak wystarczająco dużo doktorantów, więc ku mojemu wielkiemu rozczarowaniu trafiłem do Dennisa Sciama, o którym nigdy nie słyszałem.

Prawdopodobnie wyszło mi to na dobre. Hoyle często wyjeżdżał i nie miałby dla mnie za wiele czasu. Natomiast Sciam był zwykle pod ręką, chętny do rozmowy. Nie zgadzałem się z wieloma jego koncepcjami, szczególnie w kwestii zasady Macha, mówiącej, że bezwładność ciała jest skutkiem ich oddziaływania z całą pozostałą materią we Wszechświecie, ale dawało mi to bodziec do rozwijania własnej wizji.

Kiedy zaczynałem badania, dwoma najbardziej ekscytującymi obszarami dociekań wydawały się kosmologia i fizyka cząstek elementarnych. Ta ostatnia była szybko zmieniającą się dziedziną, która przyciągała większość najtęższych umysłów, w kosmologii zaś i ogólnej teorii względności nic się nie ruszyło od lat trzydziestych. Richard Feynman, noblista i jeden z największych fizyków dwudziestego wieku, zdał zabawną relację z konferencji na temat ogólnej teorii względności i grawitacji, która odbyła się w Warszawie w 1962 roku. W liście do żony napisał: „Niczego nie wynoszę z tego spotkania. Niczego się nie uczę. Ponieważ nie ma tu eksperymentów, nie jest to dziedzina aktywna, więc niewielu najzdolniejszych się nią zajmuje. W efekcie są tu całe zastępy palantów (126), co nie wpływa korzystnie na moje ciśnienie. (...) Przypomnij mi, żebym więcej nie jeździł na konferencje o grawitacji!”

Oczywiście nie byłem tego wszystkiego świadomy, kiedy zaczynałem doktorat. Czułem jednak, że badania cząstek elementarnych za bardzo przypominają botanikę. Elektrodynamika kwantowa – teoria światła i elektronów rządząca chemią i strukturą atomów – została całkowicie rozgryziona w latach czterdziestych i pięćdziesiątych dwudziestego wieku. Przedmiotem zainteresowania stały się teraz słabe i silne oddziaływania między cząstkami w jądrze atomu, ale teorie pola najwyraźniej nie mogły ich wyjaśnić. Szczególnie szkoła Cambridge utrzymywała, że nie istnieje żadna jednolita teoria pola. O wszystkim miała decydować unitarność – czyli zachowanie prawdopodobieństwa – oraz pewne charakterystyczne prawidłowości w rozpraszaniu cząstek. Z perspektywy czasu wydaje się zadziwiające, że myślano, iż takie podejście się sprawdzi, ale pamiętam, z jaką wzdrganą traktowano pierwsze przymiarki do jednolitej teorii pola oddziaływań słabych, która przecież w końcu powstała (teoria małej unifikacji). Analiza macierzy S odeszła dziś w zapomnienie, a ja bardzo się cieszę, że nie zacząłem badań od fizyki kwantowej. Żadna z moich prac z tamtego okresu by nie przetrwała.

Natomiast kosmologia i grawitacja były wówczas zaniedbanymi dziedzinami, dojrzałymi do tego, by znów się za nie zabrać. Inaczej niż w przypadku cząstek elementarnych, istniała tu spójna teoria – ogólna teoria względności – ale uważano ją za niesamowicie trudną. Kiedy naukowcom udało się znaleźć jakiegokolwiek rozwiązanie równań pola grawitacyjnego Einsteina i opisujących tę teorię, byli z siebie tak zadowoleni, że nie pytali już, jakie fizyczne znaczenie ma to rozwiązanie – jeśli w ogóle jakieś ma. To była ta „stara szkoła” ogólnej teorii względności, z którą Richard Feynman zetknął się w Warszawie. Jak na ironię, od warszawskiej konferencji zaczął się także renesans tej dziedziny... ale można wybaczyć Feynmanowi, że tego wówczas nie dostrzegł.

Pojawiło się nowe pokolenie naukowców i nowe ośrodki badań nad ogólną teorią względności. Dwa z nich okazały się dla mnie szczególnie istotne. Jeden znaj dowął się w Hamburgu i kierował nim Pascual Jordan. Nigdy tam nie pojechałem, ale podziwiałem powstające w Hamburgu błyskotliwe artykuły, które zdecydowanie kontrastowały z wcześniejszymi niechlujnymi pracami z tej dziedziny. Drugi ośrodek mieścił się w King's College w Londynie. Kierował nim Hermann Bondi.

Ponieważ ani w St Albans, ani na bardzo łatwych zajęciach z fizyki w Oksfordzie nie liznąłem zbyt wiele matematyki, Sciama zaproponował, żebym zajął się astrofizyką. Jednak skoro nie wypaliła moja współpraca z Hoyle'em, nie miałem zamiaru zgłębiać czegoś tak nudnego i przyziemnego jak zjawisko Faradaya. Poszedłem na Uniwersytet Cambridge, aby zająć się kosmologią, i byłem zdeterminowany, żeby rzeczywiście się nią zajmować. Czytałem więc stare podręczniki ogólnej teorii względności i co tydzień jeździłem do Londynu na wykłady w King's College razem z trzema innymi studentami Sciamy. Rozumiałem słowa i równania, ale tak naprawdę nie czułem tego przedmiotu.

Sciama wprowadził mnie w tak zwaną elektrodynamikę Wheelera-Feynmana. Teoria ta mówiła, że elektryczność i magnetyzm są symetryczne względem czasu. Kiedy jednak ktoś włącza lampę, to oddziaływanie całej pozostałej materii we Wszechświecie powoduje, że fale światła rozchodzą się z lampy na zewnątrz, a nie przyplływają do lampy z nieskończoności. Jeśli elektrodynamika Wheelera-Feynmana byłaby słuszną teorią, całe światło rozchodzące się z lampy powinno zostać wchłonięte przez resztę materii we Wszechświecie. Tak właśnie by się działo we wszechświecie stacjonarnym, w którym gęstość materii byłaby stała, ale nie we wszechświecie Wielkiego Wybuchu, w którym gęstość materii powinna zmniejszać się wraz z rozszerzaniem się wszechświata. W założeniu miał to być kolejny dowód – jeśli jeszcze potrzebne są dowody – na to, że żyjemy we wszechświecie stacjonarnym.

Teoria ta miała także wyjaśniać strzałkę czasu (czyli kierunek jego upływu), wzrost entropii i to, dlaczego pamiętamy przeszłość, a przyszłości – nie. W 1963 roku zorganizowano konferencję poświęconą elektrodynamice Wheelera-Feynmana na Uniwersytecie Cornella. Feynman był tak zdegradowany postulowanymi tam bzdurami na temat strzałki czasu, że nie pozwolił, by w materiałach z konferencji pojawiło się jego nazwisko. Określano go jako pana X, ale i tak wszyscy wiedzieli, o kogo chodzi.

Okazało się, że Hoyle i Narlikar już zbadali elektrodynamikę Wheelera-Feynmana w rozszerzających się wszechświatach, po czym sformułowali nową teorię grawitacji, symetryczną względem czasu. Hoyle zaprezentował ją na posiedzeniu Towarzystwa Królewskiego w 1964 roku. Byłem na tym wykładzie i kiedy przyszedł czas na pytania, oznajmiłem, że oddziaływanie całej materii we wszechświecie stacjonarnym sprawiłoby, że ciała miałyby nieskończone masy. Hoyle zapytał, dlaczego tak twierdzę, a ja odparłem, że policzyłem. Wszyscy myśleli, że przeprowadziłem obliczenia w pamięci podczas wykładu, ale w rzeczywistości dzieliłem gabinet z Narlikarem i widziałem wcześniej wstępną wersję zaprezentowanego artykułu, dzięki czemu mogłem dokonać obliczeń przed posiedzeniem.

Hoyle był wściekły. Próbował założyć własny instytut i groził, że jeśli nie dostanie pieniędzy, wyjedzie do Ameryki, przeprowadzając akcję „drenażu mózgów”. Myślał, że ktoś mnie podpuścił, żebym pokrzyżował mu plany. Dostał jednak instytut, a później mnie w nim zatrudnił, więc najwyraźniej nie żywił do mnie urazy.

Na ostatnim roku studiów w Oksfordzie zauważyłem, że robię się coraz bardziej niezdarny. Po upadku ze schodów poszedłem do lekarza, ale usłyszałem tylko: „Odstaw piwo”.

Po przeprowadzce do Cambridge moja niezdarność wzrosła. Podczas świąt Bożego Narodzenia, kiedy jeździłem na łyżwach na jeziorze w St Albans, przewróciłem się i nie mogłem



wstać. Matka zauważyła te problemy i zabrała mnie do naszego lekarza rodzinnego. Skierował mnie do specjalisty i wkrótce po moich dwudziestych pierwszych urodzinach poszedłem na badania do szpitala. Leżałem tam dwa tygodnie, podczas których poddawano mnie najróżniejszym torturom. Pobrano mi próbkę mięśnia z ramienia, przytwierdzono mi elektrody do ciała, wstrzyknięto jakiś nieprzepuszczalny dla promieni rentgenowskich płyn do kręgosłupa i prześwietlano mnie, by obserwować, jak ów płyn przesuwają się w górę i w dół, kiedy przechyliłem się moje łóżko. Po tym wszystkim lekarze nie powiedzieli mi, na co choruję, poza tym, że nie jest to stwardnienie rozsiane i że jestem nietypowym przypadkiem. Zorientowałem się jednak, że spodziewają się pogorszenia mojego stanu i że nie mogą nic dla mnie zrobić – poza przepisaniem witamin, chociaż widziałem, że nikt nie wierzy w ich skuteczność w tym konkretnym przypadku. Nie dopytywałem o szczegóły, bo ewidentnie nie mieli mi nic dobrego do powiedzenia.

Świadomość, że cierpię na nieuleczalną chorobę, która prawdopodobnie zabije mnie w ciągu kilku lat, była nieco szokująca. Jak coś takiego mogło mi się przytrafić? Jednak podczas pobytu w szpitalu widziałem, jak w łóżku naprzeciwko mnie pewien chłopiec, którego trochę znałem, umiera na białaczkę. Nie był to przyjemny widok. Najwyraźniej niektórzy mieli gorzej ode mnie – moja choroba przynajmniej nie powodowała złego samopoczucia. Kiedy tylko nachodzi mnie chęć uzalania się nad sobą, przypominam sobie tamtego chłopca.

Nie wiedząc, co mi jest ani jak szybko choroba będzie się rozwijać, nie miałem pojęcia, co ze sobą począć. Lekarze kazali mi wracać do Cambridge i kontynuować dopiero co rozpoczęte badania z ogólnej teorii względności i kosmologii. Nie robiłem jednak postępów, bo nie miałem dobrego przygotowania matematycznego, a poza tym trudno było się skupić, skoro mogłem nie dożyć końca doktoratu. Czuję się trochę postacią tragiczną.

Zacząłem słuchać Wagnera, ale doniesienia prasowe o tym, jakbym w tamtym czasie nadużywał alkoholu, są przesadzone. Wystarczyło, że taka wzmianka pojawiła się w jednym artykule, by w następnych ją powtórzono, aż w końcu wszyscy uwierzyli, że to, co ukazało się tyle razy w druku, musi być prawdą.

Męczyły mnie jednak wtedy dość niespokojne sny. Zanim zdiagnozowano u mnie chorobę, czułem się bardzo znudzony życiem. Nic nie wydawało się warte zachodu. Tymczasem niedługo po wyjściu ze szpitala przyśniło mi się, że mam zostać stracony. Nagle zdałem sobie sprawę z tego, że jest mnóstwo ważnych i ciekawych rzeczy, które mógłbym robić, gdyby wstrzymano egzekucję. Kilka razy śniło mi się też, że poświęcę życie, żeby uratować innych. W końcu skoro sam miałem umrzeć, mogłem przy okazji zrobić coś dobrego.

Jednak nie umarłem. Chociaż nad moją przyszłością zebrały się chmury, ku własnemu zaskoczeniu odkryłem, że cieszę się życiem. Wynikało to przede wszystkim z tego, że zaręczyłem się z Jane Wilde, dziewczyną, którą poznałem mniej więcej w tym czasie, gdy zdiagnozowano u mnie stwardnienie zanikowe boczne (ALS). Miałem po co żyć.

Skoro mieliśmy się pobrać, musiałem znaleźć pracę, a w tym celu musiałem skończyć doktorat. Po raz pierwszy w życiu wziąłem się więc do roboty. Ku mojemu zdziwieniu przekonałem się, że mi się to podoba. Chociaż może nie wypada nazywać tego pracą. Ktoś kiedyś powiedział, że naukowcom i prostytutkom płaci się za robienie tego, co lubią.

Ponieważ chciałem zdobyć środki na utrzymanie na czas studiów doktoranckich, złożyłem podanie o stypendium naukowo-badawcze w Gonville and Caius College, kolegium należącym do Uniwersytetu Cambridge. Rosnąca niezdarność utrudniała mi pisanie, więc miałem nadzieję, że Jane wystuka mój wniosek o stypendium na maszynie. Ale kiedy przyjechała do Cambridge w odwiedziny do mnie, okazało się, że ma rękę w gipsie. Muszę przyznać, że wykażałem się mniejszym współczuciem, niż powinienem. Była to jednak lewa ręka, więc mogła odręcznie napisać podyktowane przeze mnie podanie; później dałem je komuś do przepisania na

maszynie.



Z Jane w łódce na rzece Cam

We wniosku musiałem podać nazwiska dwóch osób, które mogłyby przedstawić referencje dotyczące moich badań. Mój promotor zasugerował, żebym poprosił o to Hermanna Bondiego. Bondi był wtedy profesorem matematyki w King's College w Londynie i ekspertem od ogólnej teorii względności. Spotkałem się z nim kilka razy, a on zarekomendował jeden z moich artykułów do publikacji w „Proceedings of the Royal Society”. Po wykładzie, który wygłosił

w Cambridge, zapytałem go, czy da mi referencje, a on spojrzał na mnie z roztargnieniem i odparł, że tak. Najwyraźniej mnie nie pamiętał, bo kiedy napisali do niego z kolegium z prośbą o referencje, odpisał, że w ogóle o mnie nie słyszał. Dziś o stypendium naukowe ubiega się tylu chętnych, że jeśli jedna z osób udzielających kandydatowi referencji twierdzi, że go nie zna, to wszystko przepada. Jednak wtedy czasy były spokojniejsze. Kolegium powiadomiło mnie o kłopotliwej odpowiedzi Bondiego, a mój promotor skontaktował się z nim i odświeżył mu pamięć. Bondi napisał mi wtedy referencje, które prawdopodobnie były znacznie lepsze, niż na to zasługiwałem. Dostałem stypendium i odtąd jestem pracownikiem naukowym Caius College.

Stypendium oznaczało, że mogliśmy z Jane wziąć ślub, co też zrobiliśmy w lipcu 1965 roku. W ramach miodowego miesiąca pojechaliśmy na tydzień do Suffolk, bo tylko na to było mnie stać. Potem udaliśmy się na letni kurs z ogólnej teorii względności na Uniwersytecie Cornell.



Ślub z Jane

To był błąd. Mieszkaliśmy w akademiku pełnym par z hałaśliwymi małymi dziećmi, co wystawiło nasze małżeństwo na ciężką próbę. Jednak pod innymi względami letni kurs okazał się dla mnie bardzo przydatny, bo poznałem wielu czołowych naukowców z tej dziedziny.

Kiedy wzięliśmy ślub, Jane była jeszcze studentką Westfield College w Londynie. W dni powszednie musiała więc dojeżdżać tam z Cambridge, żeby dokończyć studia. W wyniku choroby miałem coraz słabsze mięśnie, co utrudniało mi chodzenie, a zatem musieliśmy znaleźć mieszkanie położone w centralnym punkcie, tak żebym dał sobie radę sam. Poprosiłem o pomoc uczelnię, ale kwesor oświadczył, że kolegium nie prowadzi polityki rozwiązywania problemów

mieszkaniowych stypendystów. Zapisaliśmy się więc na listę chętnych na wynajem jednego z nowych mieszkań, które budowano przy rynku, w dogodnej lokalizacji. (Wiele lat później odkryłem, że te mieszkania należały do kolegium, ale wtedy nikt mi o tym nie powiedział.) Kiedy jednak wróciliśmy do Cambridge z wakacji w Ameryce, okazało się, że mieszkania nie są jeszcze gotowe.

Wobec tego kwestor łaskawie zaproponował nam pokój w akademiku dla doktorantów. „Normalnie liczymy za ten pokój dwanaście szylingów i sześć pensów – oznajmił. – Ale ponieważ będziecie w nim mieszkać we dwoje, policzymy dwadzieścia pięć szylingów”. Zostaliśmy tam tylko trzy dni, dopóki nie znaleźliśmy niewielkiego domu, około stu jardów od mojego wydziału. Dom należał do innego kolegium, które wynajmowało go jednemu ze swoich pracowników naukowych. Lokator przeprowadził się niedawno na przedmieścia i podnajął nam dom na ostatnie trzy miesiące swojego okresu najmu.

Przez ten czas znaleźliśmy przy tej samej ulicy inny dom, który stał pusty. Jeden z sąsiadów ściągnął z Dorset właścicielkę i oświadczył jej, że to skandal, iż jej dom jest niezamieszany, kiedy młodzi ludzie nie mają się gdzie podziać. Musiała ją to przekonać, bo nam go wynajęła. Po kilku latach chcieliśmy go kupić i wyremontować, więc poprosiliśmy moje kolegium o kredyt hipoteczny. Kolegium przeprowadziło oględziny i uznało, że to zbyt ryzykowne przedsięwzięcie, więc w końcu załatwiliśmy kredyt gdzie indziej, a pieniądze na remont dali nam moi rodzice.

Ówczesna sytuacja w Caius College kojarzyła się z powieściami C.P. Snowa. Wśród kadry akademickiej panował rozłam od czasu tak zwanej rewolty kmiotków, podczas której młodszy rangą pracownicy naukowcy skrzyknęli się, żeby odwołać starszych kolegów ze stanowisk. Doszło do podziału na dwa obozy: po jednej stronie znajdowało się stronnictwo dziekana i kwestora, po drugiej – bardziej postępowe skrzydło, które chciało przeznaczać większą niż dotychczas część znaczących zasobów kolegium na cele akademickie. Postępowcy skorzystali z nieobecności dziekana i kwestora na posiedzeniu rady kolegium i poszerzyli kadrę o sześciu stypendystów naukowo-badawczych, w tym mnie.

Na pierwszym zebraniu w Caius College, na którym byłem, zostały przeprowadzone wybory do rady kolegium. Pozostałych nowych kolegów poinstruowano, na kogo mają głosować, ale ja byłem zupełnym naiwniakiem i oddałem głos na kandydatów obu stronnictw. Postępowcy zdobyli większość w radzie, a dziekan, sir Nevill Mott (który później otrzymał Nagrodę Nobla za prace w dziedzinie fizyki materii skondensowanej) ustąpił w gniewie ze stanowiska. Jednak następny dziekan, Joseph Needham (autor wielotomowej historii nauki w Chinach), pogodził zwaśnione strony i w kolegium zapanował względny spokój.



Z moim pierwszym dzieckiem, Robertem

Nasze pierwsze dziecko – Robert – przyszło na świat mniej więcej po dwóch latach małżeństwa. Niedługo potem zabraliśmy syna na konferencję naukową w Seattle, co okazało się błędem. Z powodu pogłębiającej się niepełnosprawności nie byłem w stanie wiele pomóc w opiece nad niemowlęciem, więc Jane musiała w dużej mierze radzić sobie sama i była wykończona. Jej zmęczenie spotęgowała jeszcze dalsza podróż po Stanach Zjednoczonych, w którą ruszyliśmy po spotkaniu w Seattle. Dziś Robert mieszka w tym mieście ze swoją żoną, Katrینą, oraz dziećmi, George’em i Rose, więc najwyraźniej to wczesne doświadczenie nie zostawiło trwałych śladów na jego psychice.

Naszym drugim dzieckiem była Lucy, która urodziła się trzy lata później w dawnym przytułku dla ubogich, pełniącym funkcję szpitala położniczego. Kiedy Jane była w ciąży, musieliśmy przeprowadzić się do krytej strzechą chaty należącej do naszych znajomych, bo w tym czasie nasz dom był rozbudowywany. Zdążyliśmy przenieść się z powrotem zaledwie na kilka dni przed porodem.



Jane i Robert

## 5. Fate grawitacyjne

W 1969 roku Joseph Weber ogłosił, że zaobserwował przepływy fal grawitacyjnych. Wykrył je za pomocą detektorów złożonych z dwóch aluminiowych cylindrów zawieszonych w próżni. Pod wpływem fali grawitacyjnej czasoprzestrzeń rozciągnęłaby się w jednym kierunku (prostopadłym do kierunku przemieszczania się fali) i ścisnęła w drugim (prostopadłym do fali). To wywołałoby oscylację cylindrów, które zaczęłyby drgać z częstotliwością rezonansową – 1660 cykli na sekundę – a drgania te wykryłyby przymocowane do cylindrów kryształy. Odwiedziłem Webera w Princeton na początku 1970 roku i przyjrzałem się jego aparaturze. Swoim niewprawnym okiem nie dostrzegłem, żeby było z nią coś nie tak, ale wyniki, o jakich mówił, były doprawdy zadziwiające. Jedynym możliwym źródłem fal grawitacyjnych na tyle silnych, by wzbudziły drgania cylindrów Webera, byłby albo kolaps gwiazdy o ogromnej masie, w wyniku którego powstałaby czarna dziura, albo zderzenie i połączenie się dwóch czarnych dziur. Te źródła musiałyby znajdować się w pobliżu – w obrębie naszej Galaktyki. Poprzednie szacunki wskazywały, że takie zdarzenia mogą następować mniej więcej raz na sto lat, ale Weber twierdził, że obserwuje przepływ fal raz lub dwa razy dziennie. To by oznaczało, że nasza Galaktyka traci masę w tempie, które nie mogłoby się utrzymywać przez całą długość jej życia – bo wtedy nic już by z niej nie zostało.

Kiedy wróciłem do Anglii, uznałem, że niezwykle wyniki Webera trzeba poddać niezależnej weryfikacji. Do spółki z moim studentem Garym Gibbonsem napisałem artykuł na temat teorii wykrywania fal grawitacyjnych. Kiedy wydawało się, że nikt nie ma zamiaru skonstruować takiego urządzenia, Gary i ja wykonaliśmy śmiały (jak na teoretyków) krok – wystąpiliśmy do Rady ds. Badań Naukowych o grant na budowę dwóch detektorów. (Trzeba obserwować zbieżności między co najmniej dwoma detektorami, żeby wyeliminować fałszywe alarmy wywołane zakłóceniami i wibracjami Ziemi.) Gary przetrząsał składowiska starego sprzętu wojskowego w poszukiwaniu komór dekompresyjnych, których moglibyśmy użyć do wytworzenia próżni, a ja szukałem odpowiedniego miejsca.

W końcu spotkaliśmy się z innymi grupami zainteresowanymi weryfikacją twierdzeń Webera w siedzibie Rady ds. Badań Naukowych, na trzynastym piętrze wieżowca w Londynie. (Kto jak kto, ale taka Rada nie mogła się przyznać do wiary w przesady. Lokal dostali tanio.) Ponieważ znalazły się inne zespoły realizujące ten projekt, wycofaliśmy z Garym nasz wniosek. I całe szczęście! Z moją pogłębiającą się niepełnosprawnością byłbym beznadziejnym eksperymentatorem. Poza tym w fizyce doświadczalnej bardzo trudno pokazać swoje możliwości. Naukowiec zwykle jest wtedy częścią dużego zespołu prowadzącego eksperyment, który nieraz trwa całymi latami. Natomiast teoretyk może wpaść na jakiś pomysł w ciągu jednego popołudnia albo – jak to było w moim przypadku – podczas przygotowywania się do snu. Może też napisać artykuł samodzielnie albo z jednym czy dwoma kolegami i wyrobić sobie nazwisko.

W latach siedemdziesiątych zaczęto budować znacznie czulsze detektory fal grawitacyjnych. Obecnie przeprowadza się pomiary laserowe do porównywania długości dwóch prostopadłych ramion, wzdłuż których przesyłana jest wiązka laserowa. W Stanach Zjednoczonych są dwa takie detektory, zwane ligo. Choć urządzenia te mają dziesięć milionów razy większą czułość niż detektor Webera, na razie nie wykryły fal grawitacyjnych. Bardzo się cieszę, że zostałem teoretykiem.

## 6. Wielki Wybuch

Na początku lat sześćdziesiątych najważniejsze pytanie w kosmologii brzmiało: czy Wszechświat miał początek? Wielu naukowców instynktownie sprzeciwiało się takiej koncepcji, a zatem także teorii Wielkiego Wybuchu, ponieważ czuli, że taki punkt stworzenia oznaczałby miejsce, w którym załamywałaby się nauka. Trzeba by było odwołać się do religii i ręki Boga, żeby ustalić, jak wyglądał początek Wszechświata.

Powstały zatem dwa scenariusze alternatywne. Pierwszym była teoria stanu stacjonarnego, która mówiła, że w miarę rozszerzania się Wszechświata cały czas powstaje nowa materia, aby średnia gęstość się nie zmieniała. Model ten nigdy nie miał mocnych podstaw teoretycznych, gdyż wytwarzanie materii wymagałoby ujemnej energii pola. To z kolei wpłynęłoby na niestabilność Wszechświata i oznaczałoby konieczność produkowania olbrzymich ilości materii oraz ujemnej energii. Teoria ta miała jednak tę zaletę, że dokonywane na jej podstawie prognozy można było sprawdzić za pomocą obserwacji.

Już w 1963 roku zaczęto kwestionować teorię stanu stacjonarnego. Zespół radioastronomów Martina Ryle'a z Cavendish Laboratory dokonał przeglądu słabych radioźródeł i stwierdził, że ich rozmieszczenie na niebie jest dość jednolite. To wskazywało, że prawdopodobnie znajdują się one poza naszą Galaktyką, bo w przeciwnym razie koncentrowałyby się wzdłuż Drogi Mlecznej. Jednak wykres pokazujący liczbę źródeł w zależności od ich mocy nie zgadzał się z przewidywaniami teorii stanu stacjonarnego. Źródeł słabych – a więc odległych – było za dużo, z czego wynikało, że ich gęstość w dalekiej przeszłości musiała być wyższa.

Hoyle i jego zwolennicy przedstawiali coraz bardziej naciągane wyjaśnienia tych obserwacji, ale gwoździem do trumny teorii stanu stacjonarnego okazało się dokonane w 1965 roku odkrycie mikrofalowego promieniowania tła. (Przypomina ono mikrofałe w kuchence mikrofalowej, tyle że o znacznie niższej temperaturze, zaledwie 2,7 kelwina, nieco powyżej zera absolutnego.) Nie dało się go wyjaśnić za pomocą teorii stanu stacjonarnego, chociaż Hoyle i Narlikar podejmowali rozpaczliwe próby. W sumie to dobrze, że nie byłem studentem Hoyle'a, bo musiałbym bronić tej teorii.

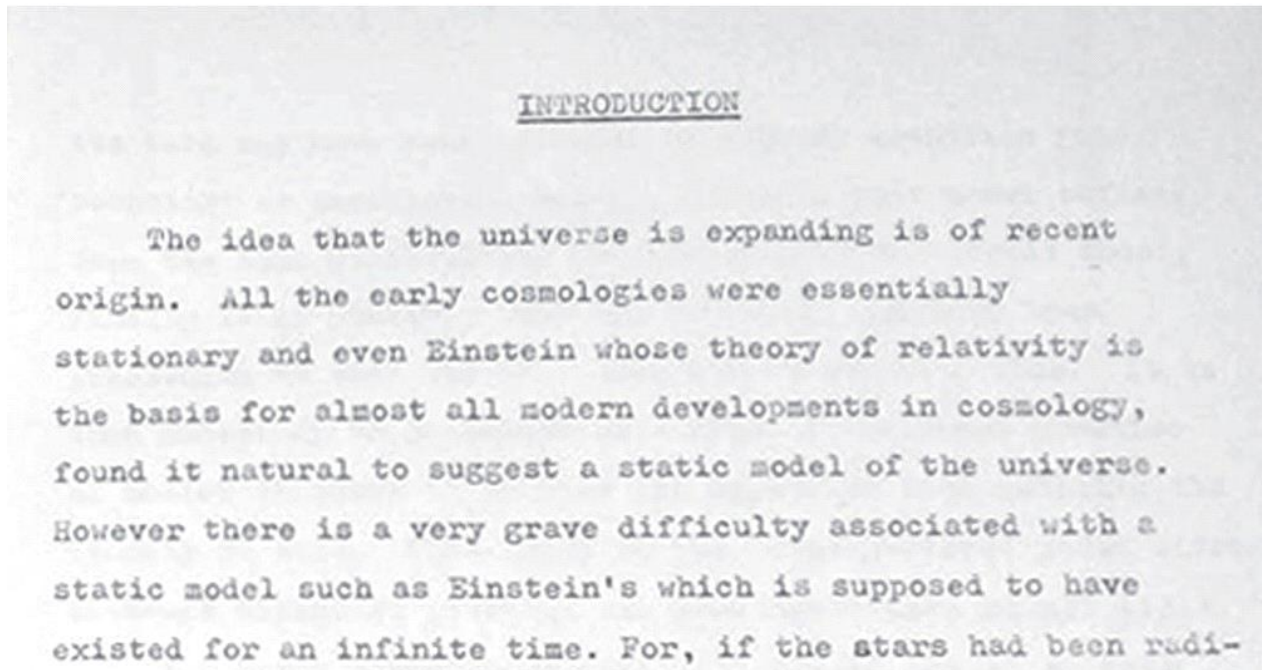
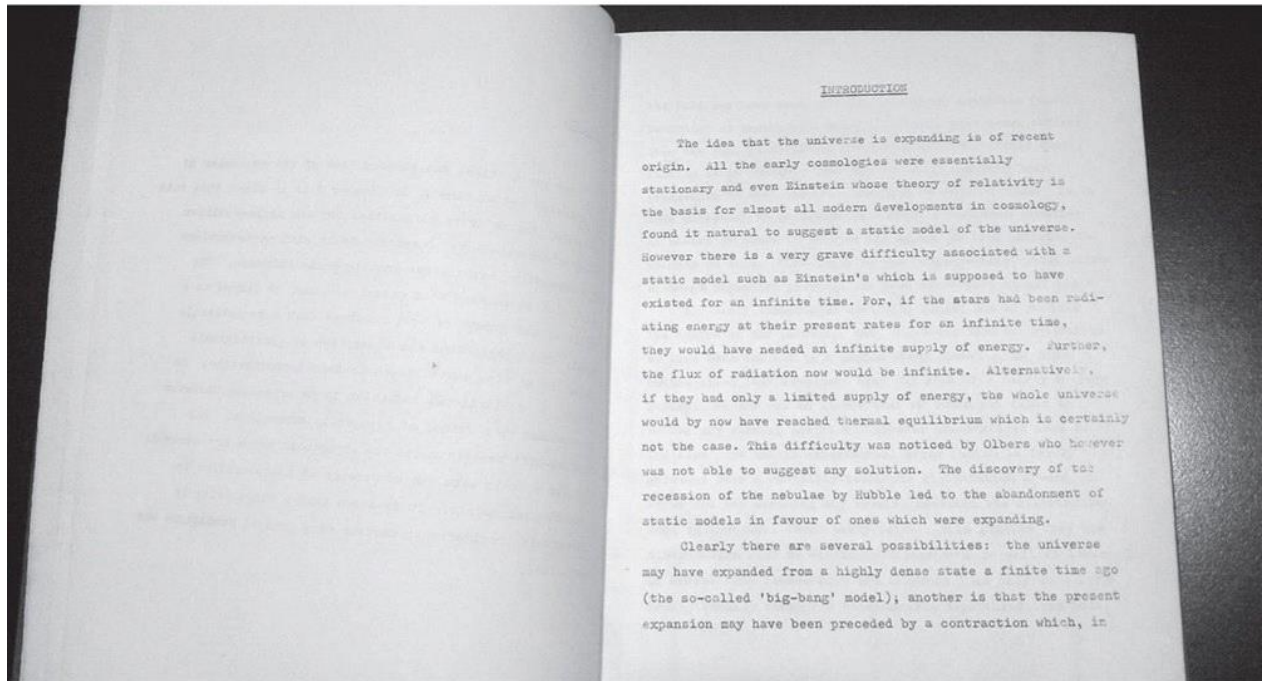
Mikrofalowe promieniowanie tła wskazywało na to, że kiedyś w przeszłości Wszechświat był gorący i gęsty. Nie dowodziło jednak, że ten moment był początkiem Wszechświata. Można by sobie wyobrazić, że wcześniej był on w fazie kurczenia się, po czym nastąpiło „odbicie” i przejście do fazy rozszerzania się, przy pewnej wysokiej, ale skończonej gęstości. Kwestia tego, czy tak było w istocie, niewątpliwie stanowiła fundamentalne pytanie. Akurat czegoś takiego potrzebowałem, żeby dokończyć doktorat.

Grawitacja powoduje przyciąganie się materii, ale rotacja – jej odpychanie. Pierwsze pytanie, które postawiłem, dotyczyło więc tego, czy pod wpływem rotacji Wszechświat mógł „się odbić”, czyli przejść z fazy kontrakcji do fazy ekspansji. Wraz z George'em Ellisem wykazaliśmy, że odpowiedź brzmi „nie”, jeśli Wszechświat jest przestrzennie jednorodny, to znaczy taki sam w każdym punkcie przestrzeni. Jednak dwaj Rosjanie, Jewgienij Lifszyc i Izaak Chałatnikow, twierdzili, że udowodnili, iż kurczenie się bez dokładnej symetrii zawsze będzie prowadziło do odbicia (przejścia do ekspansji), przy czym gęstość pozostanie skończona. Był to bardzo wygodny wynik z punktu widzenia marksistowsko-leninowskiego materializmu dialektycznego, bo pozwalał uniknąć trudnych pytań o stworzenie Wszechświata. Stał się więc dogmatem radzieckich naukowców.

Lifszyc i Chałatnikow należeli do starej szkoły ogólnej teorii względności – to znaczy zapisywali rozbudowany system równań i próbowali odgadnąć rozwiązanie. Nie było jednak jasne,



czy znalezione przez nich rozwiązanie było tym najogólniejszym. Roger Penrose wprowadził nową metodę, niewymagającą rozwiązywania równań pola grawitacyjnego Einsteina w całości, tylko skupiającą się na pewnych ogólnych własnościach, takich jak to, że energia jest dodatnia, a grawitacja to siła przyciągająca. Penrose poprowadził seminarium na ten temat w londyńskim King's College w styczniu 1965 roku. Nie było mnie tam, ale usłyszałem o nim od Brandona Cartera, z którym dzieliłem gabinet w nowej siedzibie Wydziału Matematyki Stosowanej i Fizyki Teoretycznej Uniwersytetu Cambridge przy Silver Street.



Moja wreszcie skończona rozprawa doktorska

W pierwszej chwili nie rozumiałem, o co chodzi. Penrose wykazał, że kiedy umierająca gwiazda skurczy się do rozmiarów o określonym promieniu, nieuchronnie pojawi się osobliwość

– punkt, w którym przestrzeń i czas się kończą. „No pewnie – pomyślałem – przecież już wiedzieliśmy, że nic nie powstrzyma ogromnej zimnej gwiazdy od zapadania się pod wpływem własnej grawitacji aż do osiągnięcia osobliwości o nieskończonej gęstości”. Jednak równania rozwiązano tylko dla przypadku kolapsu gwiazdy idealnie kulistej, a w rzeczywistości żadna gwiazda oczywiście nie będzie idealną kulą. Gdyby Lifszyc i Chałatnikow mieli rację, odstępstwa od symetrii kulistej rosłyby w miarę zapadania się gwiazdy i w efekcie różne jej części odsuwałyby się od siebie, a więc nie powstałaby osobliwość o nieskończonej gęstości. Tymczasem Penrose wykazał, że się mylą: niewielkie odstępstwa od symetrii kulistej nie zapobiegają tworzeniu się osobliwości.

Uświadomiłem sobie, że podobne argumenty można zastosować w przypadku rozszerzania się Wszechświata. Mogłem udowodnić, że osobliwości istniały tam, gdzie czasoprzestrzeń miała swój początek. Raz jeszcze więc okazywało się, że Lifszyc i Chałatnikow nie mają racji. Ogólna teoria względności przewidywała, że Wszechświat powinien mieć początek, który to wynik nie uszedł uwadze Kościoła.

Pierwsze twierdzenia o osobliwościach, sformułowane zarówno przez Penrose’a, jak i przeze mnie, wymagały założenia, że Wszechświat ma powierzchnię Cauchy’ego, czyli powierzchnię, która przecina ścieżkę każdej cząstki raz i tylko raz. Było zatem możliwe, że nasze twierdzenia po prostu dowodzą, iż Wszechświat nie ma takiej powierzchni. Chociaż byłoby to interesujące, nie dorównywałoby znaczeniu wykazania, że czas ma początek lub koniec. Zabrałem się więc do udowadniania twierdzeń o osobliwościach, które nie wymagały respektowania założenia o istnieniu powierzchni Cauchy’ego.

W ciągu następnych pięciu lat Roger Penrose, Bob Geroch i ja sformułowaliśmy teorię struktury przyczynowej czasoprzestrzeni. Mieliśmy całą tę dziedzinę właściwie wyłącznie dla siebie i było to cudowne uczucie. Jakże inaczej wyglądało to w przypadku fizyki cząstek, gdzie ludzie pchali się drzwiami i oknami, żeby się podczepić do najnowszej koncepcji. Nadal zresztą tak jest.

Opisałem część tych odkryć w eseju, za który w 1966 roku dostałem w Cambridge Nagrodę Adamsa. Praca ta stała się podstawą książki *The Large Scale Structure of Space-Time* (Wielkoskalowa struktura czasoprzestrzeni), napisanej przeze mnie wspólnie z George’em Ellisem i opublikowanej przez Cambridge University Press w 1973 roku. Książka jest nadal wznawiana, bo stanowi właściwie ostatnie słowo w kwestii przyczynowej struktury czasoprzestrzeni, czyli tego, który jej biegun może wpływać na zdarzenia w innych punktach. Przestrzegalbym laików przed próbami zapoznania się z tą pozycją. Jest to rzecz bardzo specjalistyczna i została napisana w czasach, kiedy starałem się przedstawiać wywody z rygorystyczną precyzją, godną czystego matematyka. Dziś bardziej zależy mi na trafności niż na pedanterii. W każdym razie rygorystyczna precyzja w fizyce kwantowej jest niemal niemożliwa, gdyż cała ta dziedzina opiera się na bardzo chwiejnych matematycznych podstawach.

## 7. Czarne dziury

Koncepcja czarnych dziur pojawiła się po raz pierwszy ponad dwieście lat temu. W 1783 roku John Michell, profesor Cambridge, opublikował w „Philosophical Transactions of the Royal Society” pracę o „ciemnych gwiazdach”. Zauważył, że gwiazda o odpowiednio dużej masie i gęstości wytwarzałaby tak silne pole grawitacyjne, iż światło nie mogłoby się z niego wydostać. Wszelkie światło emitowane z powierzchni gwiazdy zostałoby ściągnięte z powrotem przez jej pole grawitacyjne, zanim zdążyłoby się oddalić.

Michell sugerował, że takich gwiazd może być bardzo dużo. Chociaż nie bylibyśmy w stanie ich dostrzec, bo ich światło by do nas nie docierało, moglibyśmy je wykryć dzięki ich oddziaływaniu grawitacyjnemu. Takie obiekty nazywamy dziś czarnymi dziurami, gdyż tak właśnie wyglądają: czarne, puste obszary w przestrzeni kosmicznej. Podobną hipotezę wysunął kilka lat później francuski uczoney, markiz de Laplace, najwyraźniej niezależnie od Michella. Co ciekawe, zaprezentował ją tylko w dwóch pierwszych wydaniach swojej książki *Exposition du système du monde* (Przedstawienie systemu świata), a w późniejszych pominął. Może uznał, że to jednak szalony pomysł.

Zarówno Michell, jak i Laplace przyjmowali w swoich rozważaniach, że światło składa się z cząstek, czegoś na kształt kul armatnich, które grawitacja może spowolnić i zmusić, by opadły z powrotem na gwiazdę. Nie zgadzało się to z wynikami eksperymentu Michelsona-Morleya przeprowadzonego w 1887 roku, w którym dowiedziono, że światło zawsze porusza się z taką samą prędkością. Spójna koncepcja dotycząca oddziaływania grawitacji na światło pojawiła się dopiero w 1915 roku, kiedy Einstein sformułował ogólną teorię względności. Na jej podstawie w 1939 roku Robert Oppenheimer i jego studenci, George Volkoff i Hartland Snyder, wykazali, że gwiazda, która wyczerpała swoje paliwo jądrowe, nie utrzyma się pod naporem grawitacji, jeśli jej masa przekroczy pewną graniczną wartość, mniej więcej rzędu masy Słońca. Wypalone gwiazdy o większej masie zapadną się i utworzą czarne dziury zawierające osobliwości, w których gęstość materii jest nieskończona. Chociaż takie wnioski wynikały z teorii Einsteina, on sam nigdy nie zaakceptował czarnych dziur ani tego, że materia może się skompresować do nieskończonej gęstości.

Potem wybuchła wojna i Oppenheimer zajął się pracą nad bombą atomową. Po wojnie naukowcy zainteresowali się bardziej fizyką jądrową, a grawitacyjne zapadanie się i czarne dziury odeszły w zapomnienie na ponad dwadzieścia lat.

Zainteresowanie tą tematyką obudziło się na nowo na początku lat sześćdziesiątych, kiedy odkryto kwazary, bardzo odległe zwarte obiekty będące źródłami promieniowania w zakresie radiowym i optycznym o ogromnej mocy. Pochłanianie materii przez czarną dziurę było jedynym prawdopodobnym mechanizmem, który mógł wyjaśnić wytwarzanie tak dużej ilości energii w obrębie tak małego obszaru przestrzeni kosmicznej. Fizycy przypomnieli sobie o pracach Oppenheimera i zajęli się teorią czarnych dziur.

W 1967 roku Werner Israel doszedł do pewnego istotnego wyniku. Wykazał, że jeśli pozostałość po nieobrcającej się zapadniętej gwiazdzie nie jest idealnie sferyczna, zawarta w niej osobliwość będzie naga – czyli widoczna dla zewnętrznych obserwatorów. To oznaczałoby załamanie się ogólnej teorii względności w punkcie osobliwym czarnej dziury i przekreślałoby naszą zdolność do przewidywania przyszłości w pozostałej części Wszechświata.

Początkowo większość naukowców, w tym sam Israel, uznała, że w takim razie, skoro rzeczywiste gwiazdy nie są idealnie kuliste, w wyniku ich kolapsu powstają nagie osobliwości, co uniemożliwia nam formułowanie jakichkolwiek prognoz. Jednak Roger Penrose i John Whe-

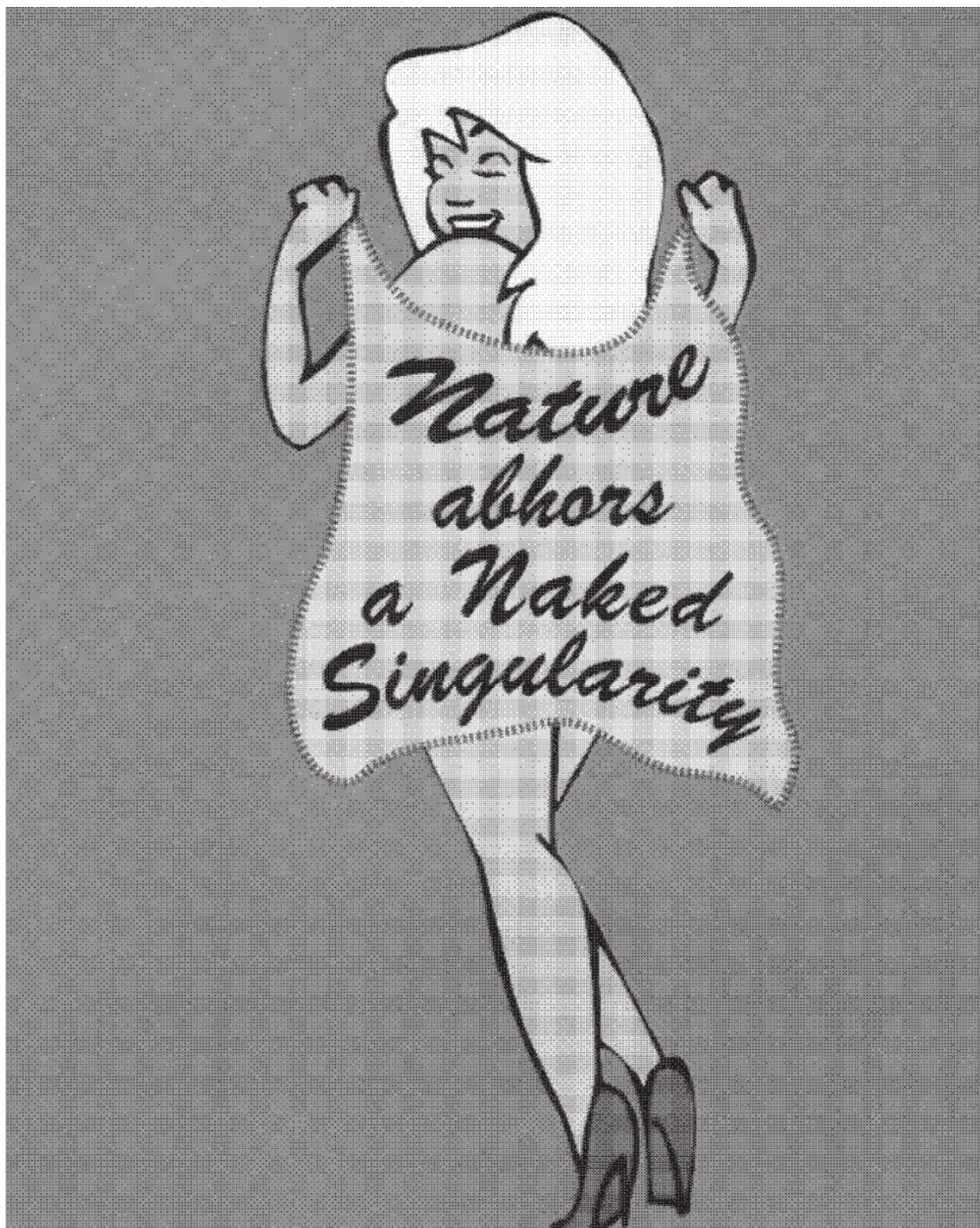
eler zaproponowali inną interpretację – że pozostałość po grawitacyjnym zapadaniu się nierotującej gwiazdy szybko osiąga stan sferyczny. Zasugerowali istnienie swoistej kosmicznej cenzury: natura jest pruderyjna i ukrywa osobliwości w czarnych dziurach, aby nie było ich widać.

Na drzwiach mojego pokoju na Wydziale Matematyki Stosowanej i Fizyki Teoretycznej miałem naklejkę z napisem „Czarne dziury wymiatają”. Tak irytowała ona kierownika wydziału, że dzięki jego staraniom w końcu objąłem Katedrę Lucasa. Kierownik przeniósł mnie w związku z tym do lepszego gabinetu i osobiście zerwał drażniący go napis z drzwi mojego dawnego pokoju.

Moja praca nad czarnymi dziurami zaczęła się od nagłego olśnienia, którego doznałem w 1970 roku, kilka dni po narodzinach naszej córki Lucy. Gdy kładłem się do łóżka, uświadomiłem sobie, że mogę zastosować do badania czarnych dziur teorię struktury przyczynowej, którą opracowałem dla twierdzeń o osobliwościach. W szczególności wynikałoby z niej, że powierzchnia horyzontu zdarzeń, granicy czarnej dziury, będzie zawsze rosła. Kiedy dwie czarne dziury zderzają się i łączą ze sobą, powierzchnia horyzontu zdarzeń powstałej w efekcie czarnej dziury jest większa niż suma powierzchni horyzontów dwóch pierwotnych dziur. Ta i inne własności odkryte przez Jima Bardeena, Brandona Cartera i mnie wskazywały, że powierzchnia horyzontu zdarzeń jest czymś w rodzaju entropii czarnej dziury. Czyli miarą tego, ile różnych stanów może pojawić się wewnątrz czarnej dziury, kiedy jej stan obserwowany z zewnątrz pozostaje niezmienny. Horyzont nie mógł jednak być dokładnie entropią, bo gdyby czarne dziury miały entropię, miałyby także temperaturę i świeciłyby jak gorący obiekt. A przecież – jak wszyscy uważali – były one całkowicie czarne i nie emitowały żadnego światła ani niczego innego.

Był to ekscytujący okres badań, zwieńczony letnim kursem w Les Houches w 1972 roku, podczas którego rozwiązaliśmy większość głównych problemów w teorii czarnych dziur. W szczególności David Robinson i ja udowodniliśmy twierdzenie „o braku włosów”, mówiące, że czarna dziura musi osiągnąć stan stacjonarny, który charakteryzują tylko dwie wielkości: masa i prędkość rotacji. To ponownie sugerowało, że czarne dziury mają entropię, ponieważ czarna dziura o takiej samej masie i prędkości rotacji może powstać w wyniku zapadania się najróżniejszych gwiazd.

Cała ta teoria została opracowana, zanim pojawiły się jakiegokolwiek dowody obserwacyjne na istnienie czarnych dziur, co pokazuje, że Feynman mylił się, gdy twierdził, iż aktywna dziedzina badań naukowych musi wychodzić od doświadczeń. Nie rozwiązano tylko jednego problemu – nie została udowodniona hipoteza kosmicznej cenzury, chociaż kilka prób jej obalenia się nie powiodło. Ma ona fundamentalne znaczenie dla całego zagadnienia czarnych dziur, jestem więc osobiście zainteresowany tym, żeby okazała się prawdziwa. Dlatego założyłem się z Kipem Thorne’em i Johnem Preskillem o rezultat rozwiązania tego problemu. Trudno mi będzie ten zakład wygrać, za to mam spore szanse przegrać, jeśli ktoś znajdzie kontrprzykład z nagą osobliwością. W istocie przegrałem już wcześniejszą wersję tego zakładu przez to, że nie dość precyzyjnie się wyraziłem. Thorne’a i Preskilla jakoś nie rozbawiła koszulka, którą zaoferowałem im w ramach rozliczenia.



Humor kosmologiczny, część 1. „Natura nie znosi nagiej osobliwości” – koszulk z takim nadrukiem dałem kolegom, z którymi przegrałem zakład

Odnieśliśmy tak duży sukces w dziedzinie klasycznej ogólnej teorii względności, że

w 1973 roku, po ukazaniu się *The Large Scale Structure of Space-Time*, nie bardzo wiedziałem co dalej. Wspólnie z Penrose'em wykazaliśmy, że teoria ta załamuje się w punkcie osobliwości. Oczywistym następnym krokiem byłoby więc połączenie ogólnej teorii względności, dotyczącej bardzo dużych obiektów, z teorią kwantową, zajmującą się tym, co bardzo małe. Nie miałem żadnego przygotowania w zakresie mechaniki kwantowej, a problem osobliwości wydawał mi się wtedy za trudny, żeby od razu przypuścić na niego frontalny atak. W ramach rozgrzewki zacząłem więc rozważać, jak cząstki i pola, którymi rządzi mechanika kwantowa, zachowywałyby się w pobliżu czarnej dziury. Zastanawiałem się zwłaszcza nad tym, czy możliwe są atomy, w których jądro jest maleńką pierwotną czarną dziurą powstałą we wczesnym Wszechświecie.

Żeby odpowiedzieć na to pytanie, badałem, jak czarna dziura oddziaływałaby na pola kwantowe. Spodziewałem się, że część fali padającej zostałaby przez nią pochłonięta, a reszta rozproszona. Jednak ku swojemu wielkiemu zdziwieniu stwierdziłem, że czarna dziura najwyraźniej emituje cząstki. Początkowo myślałem, że musiałem popełnić jakiś błąd w obliczeniach. O prawidłowości wyników ostatecznie przekonało mnie to, że emitowane promieniowanie było dokładnie tym, czego potrzeba, żeby utożsamić powierzchnię horyzontu zdarzeń z entropią czarnej dziury. Podsumowuje to ten oto prosty wzór:

gdzie  $S$  oznacza entropię,  $A$  zaś – powierzchnię horyzontu. Wzór zawiera trzy podstawowe stałe natury:  $c$  – prędkość światła,  $G$  – stałą grawitacyjną Newtona oraz  $h$  kreślone – zredukowaną stałą Plancka. Pokazuje on, że istnieje głęboki, wcześniej przez nikogo niepodejrzewany związek między grawitacją a termodynamiką.

Promieniowanie z czarnej dziury oznacza odpływ energii, więc dziura będzie tracić masę i kurczyć się. W końcu, jak się wydaje, zupełnie wyparuje i zniknie. Tu powstawał problem, który godził w podstawy fizyki. Moje obliczenia sugerowały, że czarna dziura emituje promieniowanie cieplne o charakterze losowym, dokładnie takie, jakie jest potrzebne, jeśli powierzchnia horyzontu ma być entropią czarnej dziury. Jak to zatem możliwe, żeby pozostałe po czarnej dziurze promieniowanie niosło wszystkie informacje o tym, co się na nią składało? Jeśli jednak informacje przepadają, złamane zostają zasady mechaniki kwantowej.

Paradoks ten rozważano przez trzydzieści lat, bez większych postępów, aż znalazłem, jak sądzę, rozwiązanie. Informacje nie zostają utracone, ale nie da się ich odzyskać w żadnej użytecznej formie. Można to porównać do spalenia encyklopedii: informacje w niej zawarte, ściśle rzecz biorąc, nie przepadły zupełnie, jeśli zatrzymamy cały dym i popiół, ale będzie je bardzo trudno odczytać. Kip Thorne i ja założyliśmy się z Johnem Preskillem o ten paradoks informacji. Kiedy John wygrał, dałem mu encyklopedię baseballu, ale może trzeba było dać mu popiół.

**Whereas Stephen Hawking and Kip Thorne firmly believe that information swallowed by a black hole is forever hidden from the outside universe, and can never be revealed even as the black hole evaporates and completely disappears,**

**And whereas John Preskill firmly believes that a mechanism for the information to be released by the evaporating black hole must and will be found in the correct theory of quantum gravity,**

**Therefore Preskill offers, and Hawking/Thorne accept, a wager that:**

**When an initial pure quantum state undergoes gravitational collapse to form a black hole, the final state at the end of black hole evaporation will always be a pure quantum state.**

**The loser(s) will reward the winner(s) with an encyclopedia of the winner's choice, from which information can be recovered at will.**



**Stephen W. Hawking & Kip S. Thorne**      *Kip Thorne*      *John P. Preskill*  
**John P. Preskill**

**Pasadena, California, 6 February 1997**

$$S = \frac{Ac^3}{4\hbar G}$$

Humor kosmologiczny, część II: zakład z Johnem Preskillem.

Stephen Hawking i Kip Thorne są głęboko przekonani, iż informacje pochłonięte przez



czarną dziurę pozostają na zawsze niedostępne dla reszty Wszechświata i nie da się ich odzyskać, nawet kiedy czarna dziura wyparuje i całkowicie zniknie; natomiast John Preskill twierdzi stanowczo, że mechanizm uwalniania informacji z parującej czarnej dziury musi zostać i zostanie odkryty wraz ze sformułowaniem poprawnej teorii kwantowej grawitacji.

Zatem Preskill proponuje, a Hawking i Thorne przyjmują następujący zakład: kiedy początkowy czysty stan kwantowy ulega zapadaniu grawitacyjnemu i tworzy czarną dziurę, ostateczny stan na koniec procesu parowania czarnej dziury zawsze będzie czystym stanem kwantowym.

Strona wygrana otrzyma od strony przegranej wybraną przez siebie encyklopedię, w której można bez przeszkód przeczytać informacje.

## 8. Caltech

W 1974 roku zostałem członkiem Towarzystwa Królewskiego. Zaskoczyło to moich kolegów z wydziału, bo byłem młody i piastowałem ostatnie stanowisko asystenta. Jednak w ciągu trzech następnych lat awansowałem na profesora.

Po przyjęciu mnie w szeregi Towarzystwa Jane popadła w przygnębienie, bo czuła, że osiągnęłam swoje cele i że teraz czeka mnie już tylko równia pochyła. Trochę się rozchmurzyła, kiedy mój przyjaciel Kip Thorne zaprosił nas oraz kilku innych naukowców zajmujących się ogólną teorią względności do California Institute of Technology (Caltech).

Przez poprzednie cztery lata posługiwałem się ręcznym wózkiem inwalidzkim, a także niebieskim trójkołowym samochodem elektrycznym, który poruszał się z prędkością wolno jadącego roweru i którym czasem nielegalnie woziłem pasażerów. Kiedy pojechaliliśmy do Kalifornii, zamieszkaliśmy w stojącym w pobliżu kampusu, należącym do Caltechu domu w stylu kolonialnym, i właśnie tam zacząłem po raz pierwszy korzystać z wózka elektrycznego. Zapewnił mi sporą niezależność, zwłaszcza że w Stanach Zjednoczonych budynki i chodniki są znacznie bardziej dostępne dla niepełnosprawnych niż w Wielkiej Brytanii. Poza tym zamieszkał z nami jeden z moich doktorantów. Pomagał mi przy wstawianiu z łóżka i kładzeniu się spać oraz przy posiłkach w zamian za dach nad głową i za to, że poświęcałem dużo uwagi jego pracy akademickiej.



Nasz dom w Pasadenie

Nasze dzieci, Robert i Lucy, uwielbiały Kalifornię. Szkoła, do której chodziły, obawiała się kidnaperów, więc nie można było po prostu odebrać swojego dziecka normalnie przed szkolnej bramy. Trzeba było zaparkować dalej i podchodzić do bramy pojedynczo, a wtedy wzywano

dane dziecko przez megafon. Nigdy wcześniej się z czymś takim nie spotkałem.

W domu w Pasadenie był kolorowy telewizor. W Anglii mieliśmy tylko czarno-biały odbiornik, który ledwie działał. Zaczęliśmy więc często oglądać telewizję, szczególnie brytyjskie seriale, na przykład fabularny *Schodami w górę, schodami w dół* i dokumentalny *Powstawanie człowieka*. Obejrzeliśmy właśnie odcinek tego ostatniego, w którym Galileusz był sądzony przez Watykan i został skazany na dożywotni areszt domowy, kiedy dowiedziałem się, że Papieska Akademia Nauk odznaczyła mnie Medalem Piusa XI. W pierwszej chwili chciałem z oburzeniem odmówić przyjęcia nagrody, ale po namyśle musiałem przyznać, że w końcu Watykan zmienił zdanie w sprawie Galileusza. Poleciałem więc do Anglii, gdzie spotkałem się z rodzicami, którzy następnie udali się ze mną do Rzymu. Kiedy zwiedzaliśmy Watykan, specjalnie domagałem się pokazania mi relacji z procesu Galileusza w Bibliotece Watykańskiej.





Jane, Lucy, Robert i ja w domu w Pasadenie

Podczas ceremonii przyznania nagrody papież Paweł VI zszedł z tronu i ukląkł koło mnie. Po uroczystości poznałem Paula Diraca, jednego z twórców teorii kwantów, z którym nigdy nie rozmawiałem w czasach, kiedy był profesorem w Cambridge, bo nie interesowałem się jeszcze wtedy mechaniką kwantową. Powiedział mi, że początkowo zaproponował innego kandydata do medalu, ale ostatecznie zdecydował, że ja jestem lepszy, i taką rekomendację przekazał akademii.

Dwoma głównymi gwiazdami wydziału fizyki Caltechu byli w tamtym czasie nobliści Richard Feynman i Murray Gell-Mann. Panowała między nimi zacięta rywalizacja. Na pierwszym ze swoich cotygodniowych seminariów Gell-Mann oświadczył: „Będę tylko powtarzał niektóre z wykładów, które prowadziłem w zeszłym roku”, na co Feynman wstał i wyszedł. Wtedy Gell-Mann oznajmił: „No, to jak już go nie ma, mogę państwu powiedzieć, czym naprawdę chcę się tu zająć”.

Był to fascynujący okres w fizyce cząstek. Na Uniwersytecie Stanforda właśnie odkryto nowe cząstki „powabne” i odkrycie to potwierdzało teorię Gell-Manna, mówiącą, że zarówno proton, jak i neutron składają się z trzech bardziej podstawowych (lub elementarnych) cząstek, zwanych kwarkami.

Podczas pracy w Caltechu założyłem się z Kipem Thorne’em, że w układzie podwójnym gwiazd Cygnus X-1 nie ma czarnej dziury. Cygnus X-1 jest źródłem promieniowania rentgenowskiego – normalna gwiazda traci swoją zewnętrzną otoczkę, a jej materia spada spiralnym ruchem na niewidocznego towarzysza, rozgrzewając się do bardzo wysokiej temperatury i emitując promieniowanie rentgenowskie. Miałem nadzieję, że przegram ten zakład, w końcu poświęciłem czarnym dziurom dużo pracy. Gdyby jednak okazało się, że nie istnieją, miałbym przynajmniej na pocieszenie czteroletnią prenumeratę czasopisma satyrycznego „Private Eye”. Gdyby nato-

miast wygrał Kip, dostałby roczną prenumeratę magazynu „Penthouse”. W ciągu kilku lat po zawarciu zakładu dowody przemawiające za istnieniem czarnych dziur stały się tak mocne, że przyznałem się do porażki i zaprenumerowałem Kipowi „Penthouse” ku zdecydowanemu niezadowoleniu jego żony.

W Kalifornii współpracowałem z doktorantem z Caltechu Donem Page’em. Urodził się i wychował w wiosce na Alasce, gdzie jego rodzice uczyli w szkole, a poza ich trójką w okolicy mieszkali wyłącznie Inuici. Don był ewangelikiem i kiedy później zamieszkał u nas w Cambridge, robił, co mógł, żeby mnie nawrócić. Czytał mi biblijne opowieści przy śniadaniu, ale poinformowałem go, że dobrze znam Biblię jeszcze z czasów pobytu na Majorce, a także dlatego, że ojciec mi ją czytywał. (Nie był wierzący, ale uważał *Biblię króla Jakuba* za istotną z kulturowego punktu widzenia.)

Zajęliśmy się z Donem badaniem, czy możliwa byłaby obserwacja przewidywanego przeze mnie promieniowania czarnych dziur. Promieniowanie emitowane z czarnej dziury o masie równej masie Słońca odpowiadałoby temperaturze wynoszącej zaledwie około jednej milionowej kelwina, minimalnie powyżej zera absolutnego, a więc utonęłoby w mikrofalowym promieniowaniu tła, które ma temperaturę 2,7 kelwina. Jednak po Wielkim Wybuchu mogły zostać znacznie mniejsze czarne dziury. Pierwotna czarna dziura o masie góry emitowałaby promieniowanie gamma i zbliżałaby się teraz do końca swojego życia – po wypromieniowaniu większości swej początkowej masy. Szukaliśmy dowodów na takie emisje w promieniowaniu tła gamma, ale nic nie znaleźliśmy. Udało nam się ustalić górną granicę koncentracji czarnych dziur o takiej masie, wskazującą, że raczej nie znajdujemy się na tyle blisko żadnej z nich, by móc ją wykryć.

## 9. Małżeństwo

Kiedy wróciliśmy z Caltechu w 1975 roku, wiedzieliśmy, że schody w naszym domu będą dla mnie zbyt trudne do pokonania. Macierzyste kolegium już bardziej mnie doceniało, więc udostępniono nam mieszkanie na parterze dużego wiktoriańskiego domu należącego do uczelni. (Dom został później wyburzony i zastąpiony akademikiem mojego imienia.) Mieszkanie wychodziło na ogrody pielęgnowane przez uczelnianych ogrodników, na czym skorzystały dzieci.

Początkowo czułem się dość przybity powrotem do Anglii. Wszystko wydawało się tu zaściankowe i pełne ograniczeń w porównaniu z panującymi w Ameryce optymizmem i przekonaniem, że chcieć to móc. Angielski krajobraz szpeciły akurat obumarłe drzewa, ofiary holenderskiej choroby wiązu, a cały kraj był nękany strajkami. Nastrój poprawił mi się jednak, kiedy zacząłem odnosić kolejne sukcesy w pracy naukowej i zostałem profesorem matematyki w Katedrze Lucasa, a więc objąłem stanowisko piastowane kiedyś przez sir Isaaca Newtona i Paula Diraca.



## Z rodziną po chrzcinach naszego trzeciego dziecka, Tima

W 1979 roku po podróży na Korsykę, gdzie wykładałem na letnich kursach, urodziło się też nasze trzecie dziecko, Tim. Po jego przyjsciu na świat Jane popadła w głębsze przygnębienie. Bała się, że niedługo umrę, i chciała znaleźć kogoś, kto zapewni utrzymanie jej i dzieciom oraz ożeni się z nią, kiedy mnie zabraknie. Poznała Jonathana Jonesa, muzyka i organistę w miejscowym kościele, i dała mu pokój w naszym mieszkaniu. Sprzeciwiłbym się temu, ale sam także spodziewałem się rychłej śmierci i czułem, że potrzebuję kogoś, kto zapewni dzieciom byt, kiedy umrę.

Mój stan się pogarszał, a jednym z objawów postępującej choroby były przedłużające się ataki duszącego kaszlu. W 1985 roku, podczas wyjazdu do CERN-u (Europejskiej Organizacji Badań Jądrowych) w Szwajcarii dostałem zapalenia płuc. Czym prędzej odwieziono mnie do szpitala kantonalnego i podłączono do respiratora. Lekarze uznali, że jest ze mną bardzo źle, i zaproponowali, żeby mnie odłączyć i skrócić mi męki, ale Jane się nie zgodziła. Załatwiła mi transport samolotem sanitarnym do Addenbrooke's Hospital w Cambridge. Tamtejsi lekarze robili, co mogli, żeby przywrócić mnie do stanu sprzed choroby, w końcu jednak musieli przeprowadzić tracheotomię.

Jeszcze przed operacją mówiłem coraz bardziej niewyraźnie, więc tylko ludzie, którzy mnie dobrze znali, potrafili mnie zrozumieć – ale przynajmniej mogłem się komunikować. Artykuły naukowe dyktowałem sekretarce, a seminaria prowadziłem przez tłumacza, który wyraźniej powtarzał moje słowa. Jednak tracheotomia całkowicie pozbawiła mnie zdolności mówienia. Przez pewien czas mogłem porozumiewać się jedynie poprzez unoszenie brwi, kiedy ktoś wskazywał odpowiednią literę na karcie z alfabetem. Dosyć trudno w ten sposób rozmawiać, a co dopiero pisać pracę naukową. Moim losem zainteresował się jednak Walt Woltoz, ekspert od informatyki z Kalifornii, i przysłał mi napisany przez siebie program komputerowy o nazwie Equalizer. Umożliwił mi on wybieranie słów z różnych menu na ekranie za pomocą trzymanego w ręku przycisku. Teraz korzystam z kolejnego programu jego autorstwa, Words Plus, który kontroluję poprzez niewielki czujnik w okularach, reagujący na ruchy policzka. Kiedy ułożę już sobie treść wypowiedzi, mogę przesłać tekst do syntezy mowy.

Początkowo po prostu uruchamiałem program na komputerze biurkowym. Później David Mason z Cambridge Adaptive Communication przymocował mały komputer i syntezy mowy do mojego wózka. Komputery dostaję dziś od firmy Intel. Taki system umożliwia mi znacznie sprawniejszą komunikację niż wcześniej – potrafię wygenerować do trzech słów na minutę. Mogę albo wypowiedzieć to, co napisałem, albo zachować na dysku, a potem wydrukować lub odczytać na głos zdanie po zdaniu. Za pomocą tego systemu napisałem siedem książek i sporo artykułów. Wygłosiłem też parę wykładów akademickich i popularnonaukowych. Spotkały się z dobrym przyjęciem, co – jak sądzę – jest w dużej mierze zasługą jakości syntezy mowy wyprodukowanej przez Speech Plus.

Nasz głos jest bardzo ważny. Jeśli ktoś mówi bełkotliwie, istnieje spora szansa, że ludzie będą traktować go jak niepełnosprawnego umysłowo. Syntezy Speech Plus był zdecydowanie najlepszym z tych, które miałem okazję słyszeć, bo różnicuje intonację i nie brzmi jak jeden z Daleków z *Doktora Who*. W tej chwili firma Speech Plus została postawiona w stan likwidacji i jej program tworzenia syntezy mowy przepadł. Mam trzy ostatnie takie urządzenia. Są duże, zużywają mnóstwo prądu i zawierają przestarzałe chipy, których nie da się wymienić. Jednak zdążyłem zżyć się z moim sztucznym głosem, który stał się moim znakiem rozpoznawczym, więc nie zamienię go na inny, brzmiący bardziej naturalnie, dopóki wszystkie trzy syntezy się nie zepsują.



Po wyjściu ze szpitala musiałem mieć całodobową opiekę pielęgniarzką. Początkowo wydawało mi się, że to koniec mojej kariery naukowej i że zostanie mi tylko siedzenie w domu i oglądanie telewizji. Jednak szybko przekonałem się, że mogę kontynuować pracę badawczą i zapisywać równania w programie Latex, który pozwala przedstawiać symbole matematyczne za pomocą zwykłych znaków – na przykład  $\pi$  oznacza  $\pi$ .

Coraz bardziej niepokoił mnie jednak zacieśniający się związek między Jane a Jonathanem. W końcu sytuacja stała się dla mnie nie do zniesienia i w 1990 roku wyprowadziłem się do innego mieszkania z jedną z moich pielęgniarek, Elaine Mason.

Mieszkanie okazało się trochę za ciasne dla nas i dwóch synów Elaine, którzy spędzali u nas część tygodnia, więc postanowiliśmy się przenieść. W 1987 roku gwałtowna burza zerwała dach z budynku Newnham College, jedyne go żeńskiego kolegium Cambridge. (Wszystkie kolegia męskie przyjmowały już w tym czasie studentki. Jako jedno z ostatnich zdecydowało się na to moje kolegium, Caius College, w którego kadrze znalazło się wielu konserwatystów. Przekonały ich dopiero wyniki egzaminów studentów – uznano, że nie będą się do nas zgłaszać dobrzy kandydaci, jeśli nie będziemy przyjmować również kobiet.) Ponieważ Newnham było biednym kolegium, musiało sprzedać cztery działki, żeby zapłacić za naprawę dachu. Kupiliśmy jedną z nich i zbudowaliśmy na niej dom przystosowany do poruszania się po nim na wózku.

Elaine i ja pobraliśmy się w 1995 roku. Dziewięć miesięcy później Jane wyszła za Jonathana Jonesa.



Mój ślub z Elaine

Moje małżeństwo z Elaine było namiętne i burzliwe. Przeżyliśmy lepsze i gorsze chwile,

ale fakt, że Elaine była pielęgniarką, kilka razy uratował mi życie. Po tracheotomii miałem w tchawicy plastikową rurkę, która zapobiegała przedostawaniu się jedzenia i śliny do płuc, osadzoną w tak zwanym balonie. Przez lata ciśnienie w tym balonie uszkadzało mi tchawicę, powodowało kaszel i krztuszenie się. Kaszlałem podczas lotu powrotnego z konferencji na Krecie, kiedy do Elaine podszedł David Howard, chirurg, który akurat leciał tym samym samolotem. Howard oświadczył, że może mi pomóc. Zaproponował laryngektomię, żeby całkowicie oddzielić tchawicę od gardła – wtedy rurka w balonie nie byłaby już potrzebna. Lekarze w Addenbrooke's Hospital w Cambridge stwierdzili, że to zbyt ryzykowny zabieg, ale Elaine się uparła i David Howard przeprowadził operację w jednym ze szpitali w Londynie. Uratowało mi to życie: jeszcze dwa tygodnie, a balon przetarłby dziurę między tchawicą a gardłem i moje płuca wypełniłyby się krwią.



## Z Elaine w Aspen w stanie Kolorado

Kilka lat później miałem kolejny kryzys zdrowotny, bo poziom tlenu spadał mi podczas snu do niebezpiecznie niskich wartości. Wylądowałem w szpitalu i przeleżałem tam cztery miesiące. W końcu mnie wypisano, ale na noc musiałem być podłączany do respiratora. Mój lekarz powiedział Elaine, że wychodzę do domu, żeby umrzeć. (Od tamtego czasu zmieniłem lekarza.) Dwa lata temu zacząłem używać respiratora przez całą dobę. Przekonałem się, że dodaje mi energii.

Rok później zwerbowano mnie do pomocy w kampanii mającej na celu zgromadzenie funduszy na obchody osiemsetlecia Uniwersytetu Cambridge. Wysłano mnie do San Francisco, gdzie wygłosiłem pięć wykładów w ciągu sześciu dni, co bardzo mnie zmęczyło. Któregoś dnia rano zemdlałem, kiedy odłączono mnie od respiratora. Dyżurna pielęgniarka myślała, że nic mi nie jest, ale pewnie bym umarł, gdyby inna opiekunka nie wezwała Elaine, która mnie reanimowała. Wszystkie te kryzysowe sytuacje odbiły się emocjonalnie na Elaine. Rozwiedliśmy się w 2007 roku i od tamtej pory mieszkam sam z gospożą.



## 10. Krótka historia czasu

Na pomysł napisania popularnonaukowej książki o Wszechświecie wpadłem w 1982 roku. Częściowo przyświecał mi zamiar zarobienia na czesne za szkołę córki. (Kiedy książka faktycznie się ukazała, Lucy była już w klasie maturalnej.) Jednak przede wszystkim chciałem ją napisać po to, żeby wyjaśnić, jak daleko, moim zdaniem, zaszliśmy w zgłębianiu zagadek Wszechświata: możemy być blisko sformułowania kompletnej teorii opisującej Wszechświat i wszystko, co się w nim znajduje.

Jeśli miałem poświęcić czas i energię na pisanie książki, chciałem, żeby trafiła do jak największego grona czytelników. Moje wcześniejsze, specjalistyczne dzieła publikowało wydawnictwo Cambridge University Press. Dobrze się spisało, ale czułem, że nie jest nastawione na masowy rynek, taki, do którego chciałem dotrzeć. Skontaktowałem się więc z agentem literackim Alem Zuckermanem, szwagrem jednego z moich kolegów. Dałem mu szkic pierwszego rozdziału i wyjaśniłem, że chcę napisać książkę, którą można by sprzedawać w księgarniach na lotniskach. Odparł, że na to nie ma szans. Moja książka może stać się bestsellerem wśród naukowców i studentów, ale nie da rady konkurować z Jeffreyem Archerem.

Pierwszą wersję książki dałem Zuckermanowi w 1984 roku. Rozesłał ją do kilku wydawców, a potem namawiał mnie, żebym przyjął ofertę Nortona, dość ekskluzywnego amerykańskiego wydawnictwa. Ja jednak zdecydowałem się przystać na propozycję Bantam Books, wydawcy nastawionego raczej na rynek popularny. Chociaż Bantam nie specjalizował się w publikowaniu pozycji naukowych, książki tego wydawnictwa były dostępne w księgarniach na lotniskach.

Zainteresowanie Bantam Books moją książką było zapewne zasługą jednego z redaktorów wydawnictwa, Petera Guzzardiego, który traktował swoją pracę bardzo poważnie i kazał mi przerobić tekst tak, żeby był zrozumiały dla nienaukowców, takich jak on sam. Za każdym razem, kiedy wysyłałem mu przeredagowany rozdział, odsyłał długą listę zastrzeżeń i kwestii, które miałem wyjaśnić. Czasami myślałem, że ten proces nigdy się nie skończy. Jednak Guzzardi miał rację. W efekcie wyszła z tego znacznie lepsza książka.

W pisaniu książki przeszkodziło mi zapalenie płuc, którego nabawiłem się w CERN-ie. Dokończenie jej byłoby niemożliwe, gdyby nie sprezentowany mi program komputerowy. Dość powolnie się na nim pracowało, ale ponieważ myślę też powoli, program całkiem mi odpowiadał. Posługiwałem się nim, gdy za namową Guzzardiego prawie całkowicie przerabiałem pierwszą wersję. Pomagał mi w tym jeden z moich studentów, Brian Whitt.

1  
100 WEEKS ON THE NEW YORK TIMES BESTSELLER LIST  
THE MILLION-COPY HARDCOVER BESTSELLER

# A BRIEF HISTORY OF TIME

FROM  
THE BIG  
BANG TO  
BLACK  
HOLES



# STEPHEN HAWKING

WITH AN INTRODUCTION BY CARL SAGAN

Duże wrażenie zrobił na mnie kiedyś telewizyjny serial dokumentalny Jacoba Bronowskiego *Powstawanie człowieka*. Dawał poczucie niezwykłego postępu ludzkości, która z prymitywnych dzikusów, jakimi byliśmy zaledwie piętnaście tysięcy lat temu, rozwinęła się do obecnego stanu. Chciałem wyrazić coś podobnego, pokazać, że jesteśmy bliscy pełnego zrozumienia rządzących Wszechświatem praw. Byłem pewien, że prawie każdego interesuje to, jak działa Wszechświat, ale większość ludzi gubi się w równaniach matematycznych. Sam za nimi nie przepadam. Częściowo dlatego, że trudno mi je zapisywać, ale głównie dlatego, że nie przemawiają do mojej intuicji. Myślę raczej obrazami i moim celem w książce było opisanie tych wyobrażeń słowami, za pomocą znajomo brzmiących analogii i paru schematów. Miałem nadzieję, że w ten sposób będę mógł podzielić się z czytelnikami poczuciem satysfakcji z wielkich osiągnięć i moją ekscytacją związaną z postępem, jaki dokonał się w fizyce w ciągu ostatnich pięćdziesięciu lat.

Jednak nawet gdy starałem się unikać matematyki, niektóre koncepcje trudno było wyjaśnić. Pojawiał się problem: czy powinienem próbować je tłumaczyć (i ryzykować dezorientację czytelników), czy po prostu prześlizgnąć się po skomplikowanych tematach? Niektóre trudne do pojęcia kwestie, takie jak fakt, że obserwatorzy poruszający się z różną prędkością wskazują różne odstępy czasu między tymi samymi dwoma zdarzeniami, nie były niezbędnymi składnikami obrazu, który chciałem nakreślić. Uznałem więc, że mogę o nich tylko wspomnieć, bez zagłębiania się w szczegóły. Jednak inne trudne koncepcje miały kluczowe znaczenie dla tego, co chciałem przekazać.

Szczególnie dwa takie pojęcia uważałem za niezbędne. Pierwszym była tak zwana suma po historiach. Oznacza ono, że nie ma po prostu jednej historii Wszechświata. Istnieje zbiór wszystkich możliwych historii i każda z nich jest równie prawdziwa (cokolwiek miałyby to znaczyć). Druga koncepcja, konieczna do nadania sumie po historiach sensu matematycznego, dotyczy czasu urojonego. Dziś wydaje mi się, że powinienem był bardziej się postarać, gdy wyjaśniałem te dwa bardzo trudne pojęcia, zwłaszcza czas urojony – właśnie to zagadnienie sprawia czytelnikom najwięcej kłopotów. Nie trzeba jednak koniecznie rozumieć dokładnie, czym jest czas urojony – wystarczy wiedzieć, że jest on inny od tego, który nazywamy rzeczywistym.

Kiedy zbliżała się data wydania książki, naukowiec, który dostał egzemplarz sygnałny, żeby napisać recenzję dla pisma „Nature”, z przerażeniem stwierdził, że książka roi się od błędów – fotografie i schematy są poprzestawiane i źle podpisane. Zadzwoił do wydawnictwa Bantam, które zareagowało z równym przerażeniem i jeszcze tego samego dnia zdecydowało się oddać cały wydrukowany nakład na przemiał. (Egzemplarze tego nieudanego pierwszego wydania są teraz zapewne dość cenne.) Przez następne trzy tygodnie w Bantam Books trwała wytężona praca nad korektą i ponownym sprawdzaniem całej książki. *Krótką historią czasu* była gotowa na czas i znalazła się w księgarniach w prima aprilis, tak jak planowano. Magazyn „Time” zdążył wcześniej opublikować artykuł przedstawiający moją sylwetkę.

Mimo to popyt na książkę zaskoczył wydawnictwo. Nie schodziła z listy bestsellerów „New York Timesa” przez 147 tygodni, a z listy londyńskiego „Timesa” – przez rekordowe 237 tygodni, została przetłumaczona na 40 języków i sprzedana w 10 milionach egzemplarzy na całym świecie.

Tytuł, który zaproponowałem jako pierwszy, brzmiał: *From the Big Bang to Black Holes: A Short History of Time* (Od Wielkiego Wybuchu do czarnych dziur. Krótka historia czasu), ale Guzzardi odwrócił kolejność i zmienił *short* na *brief*. Był to przebłysk geniuszu, który z pewnością przyczynił się do sukcesu książki. Od tamtej pory ukazało się wiele „krótkich historii” tego i owego, nawet *A Brief History of Thyme* (Krótka historia tymianku). Naśladowanie jest najszerszą formą pochlebstwa.

Dlaczego tylu ludzi kupiło tę książkę? Trudno mi to stwierdzić z pełnym obiektywizmem,

więc poprzestanę na tym, co mówili na ten temat inni. Większość recenzji, chociaż przychylna, raczej nie wyjaśniała tego fenomenu. Zazwyczaj opierały się one na tym samym schemacie: „Stephen Hawking cierpi na chorobę Lou Gehriga [termin używany w amerykańskich recenzjach], czyli chorobę neuronu ruchowego [w recenzjach brytyjskich]. Jest przykuty do wózka, nie może mówić i porusza tylko x palcami [przy czym x waha się od jednego do trzech, w zależności od tego, który nieprecyzyjny artykuł na mój temat czytał recenzent]. A jednak napisał tę książkę dotyczącą największego ze wszystkich pytań: skąd się wzięliśmy i dokąd zmierzamy? Z odpowiedzi, którą proponuje Hawking, wynika, że Wszechświat nie ma początku ani końca: po prostu jest. Aby sformułować tę koncepcję, Hawking wprowadza pojęcie czasu urojonego, które dla mnie [tj. recenzenta] jest nieco trudne do zrozumienia. Mimo wszystko, jeśli Hawking ma rację i rzeczywiście dojdziemy do kompletnej zunifikowanej teorii, naprawdę poznamy myśli Boga”. Na etapie korekty autorskiej omal nie wyciąłem ostatniego zdania – właśnie o poznaniu myśli Boga. Gdybym to zrobił, może sprzedaż byłaby o połowę niższa.

Bardziej przenikliwy, jak mi się wydaje, był pewien artykuł w londyńskiej gazecie „The Independent”, w którym pisano, że nawet poważne dzieło naukowe, takie jak *Krótką historią czasu*, może stać się pozycją kultową. Pochlebilo mi porównanie mojej książki do *Zen i sztuki oporządzania motocykla*. Mam nadzieję, że tak jak Zen... daje ona czytelnikom poczucie, że nie muszą być odcięci od wielkich pytań intelektualnych i filozoficznych.

Niewątpliwie pomógł tu element historii z życia wziętej – opowieść o tym, jak mimo niepełnosprawności udało mi się zostać fizykiem teoretykiem. Jednak ci, którzy kupili książkę z tego powodu, mogli się poczuć rozczarowani, bo można tam znaleźć tylko kilka wzmianek o moim schorzeniu. Miała to być historia Wszechświata, a nie moja własna. Nie zapobiegło to wysuwającym pod adresem Bantam Books oskarżeniom, jakoby wydawnictwo w karygodny sposób wykorzystywało moją chorobę, a ja z nim współdziałałem, bo pozwoliłem, by na okładce zamieszczono moje zdjęcie. W rzeczywistości w świetle podpisanej umowy nie miałem żadnego wpływu na wygląd okładki. Udało mi się jednak przekonać wydawcę do posłużenia się w wydaniu brytyjskim lepszą fotografią niż to fatalne, nieaktualne zdjęcie, którego użyto w edycji przygotowanej na rynek w Stanach Zjednoczonych. Tej okładki Bantam nie chciał zmienić, ponieważ uważano, że to zdjęcie kojarzy się już z moją książką amerykańskim czytelnikom.

Pojawiły się też głosy, że wielu ludzi kupiło *Krótką historię czasu*, żeby postawić ją na regale albo położyć na stoliku w salonie, czyli wcale nie po to, by ją czytać. Jestem pewien, że to się zdarza, chociaż nie wiem, czy częściej niż w przypadku większości poważnych książek. Wiem za to, że przynajmniej parę osób musiało do niej zajrzeć, bo codziennie dostaję stertę listów na jej temat, a w wielu z nich pojawiają się pytania lub szczegółowe komentarze, świadczące o tym, że nadawcy moją książkę przeczytali, nawet jeśli nie wszystko zrozumieli. Zaczepiają mnie też na ulicy obcy ludzie i mówią mi, jak bardzo podobała im się lektura. Częstotliwość, z jaką odbieram takie publiczne wyrazy uznania (choć oczywiście wyróżniam się z tłumu, niekoniecznie swoją wybitnością, bardziej od większości autorów), pozwala przypuszczać, że przynajmniej pewna część osób kupujących tę książkę jednak ją czyta.

Po *Krótkiej historii czasu* napisałem jeszcze inne książki mające tłumaczyć naukowe zagadnienia szerszemu gronu czytelników: *Czarne dziury i wszechświaty niemowlęce*, *Wszechświat w skorupce orzecha* oraz *Wielki Projekt*. Uważam, że ludzie powinni orientować się w naukach ścisłych, żeby móc podejmować przemyślane decyzje w coraz bardziej technicyzowanym świecie. Razem z moją córką Lucy napisaliśmy też serię książek o Jerzym – są to popularnonaukowe opowieści przygodowe dla dzieci, dorosłych jutra.



## 11. Podróże w czasie

W 1999 roku Kip Thorne zasugerował możliwość przeniesienia się w przeszłość przez tunel czasoprzestrzenny. Pomyślałem więc, że warto zbadać, czy podróże w czasie są dopuszczalne z perspektywy praw fizyki.

Otwarte spekulacje na ten temat to delikatna kwestia – z kilku powodów. Gdyby na przykład prasa wykryła, że rząd finansuje badania nad podróżami w czasie, albo podniósłby się krzyk, że marnuje się pieniądze podatników, albo pojawiłyby się żądania, by te badania utajnić dla celów wojskowych. No bo jak byśmy się ochronili, gdyby Rosjanie lub Chińczycy umieli podróżować w czasie, a my nie? Mogliby wówczas sprowadzić z przeszłości towarzyszy Stalina i Mao. W środowisku fizyków znajdzie się tylko kilka osób na tyle lekkomyślnych, żeby zająć się tematem uważanym za niepoważny i niepoprawny politycznie. Maskujemy więc przedmiot naszych badań za pomocą specjalistycznych terminów w rodzaju „zamknięte historie cząstek” – w rzeczywistości to szyfr oznaczający podróże w czasie.

Czas został po raz pierwszy opisany naukowo w 1689 roku przez sir Isaaca Newtona, który zasiadał w Katedrze Lucasa w Cambridge trzysta lat przede mną (choć z pewnością nie na elektrycznym wózku inwalidzkim). W teorii Newtona czas był absolutny i nieubłagane parł naprzód. Nie dało się go zawrócić i cofnąć do wcześniejszej epoki. Sytuacja uległa jednak zmianie, kiedy Einstein sformułował ogólną teorię względności, w której czasoprzestrzeń jest zakrzywiona i odkształcana przez materię oraz energię we Wszechświecie. Czas lokalnie nadal przyrastał, ale pojawiła się możliwość, że przy dużym odkształceniu czasoprzestrzeni można by poruszać się po drodze, która doprowadziłaby nas do momentu wcześniejszego niż ten, z którego wyruszyliśmy.

Mogłyby na to pozwolić właśnie tunele czasoprzestrzenne, hipotetyczne „korytarze” łączące różne obszary przestrzeni i czasu. Polegałoby to mniej więcej na tym, że wchodzi się jednym wejściem do tunelu i wychodzi z drugiej strony, w innym miejscu i innym czasie. Tunele czasoprzestrzenne, gdyby istniały, byłyby idealne do szybkich podróży przez przestrzeń kosmiczną. Moglibyśmy przelecieć przez taki tunel na drugą stronę galaktyki i wrócić punktualnie na kolację. Da się jednak wykazać, że jeśli tunele czasoprzestrzenne istnieją, można także za ich pomocą wrócić wcześniej, niż się wyruszyło. W takim razie możliwe byłoby na przykład coś takiego jak wysadzenie w powietrze własnego statku kosmicznego przed startem, na płycie wyrzutni, żeby w ogóle nie pozwolić samemu sobie wyruszyć w podróż. To wariacja na temat tak zwanego paradoksu dziadka: co się stanie, jeśli cofniesz się w czasie i zabijesz swojego dziadka, zanim spłodzi on twojego ojca? Czy będziesz wtedy istnieć w teraźniejszości? Jeśli nie, to nie możesz udać się w przeszłość i zabić dziadka. Oczywiście jest to paradoks tylko przy założeniu, że podczas cofania się w czasie masz wolną wolę, żeby robić, co chcesz, i zmieniać historię.

Istotne pytanie brzmi: czy prawa fizyki pozwalają na takie odkształcenia czasoprzestrzeni, które umożliwiłyby makroskopowemu ciału (w rodzaju statku kosmicznego) powrót do jego własnej przeszłości? Zgodnie z teorią Einsteina statek kosmiczny z konieczności porusza się wolniej od lokalnej prędkości światła i trzyma się tak zwanej krzywej czasopodobnej. Można zatem sformułować nasze pytanie w sposób czysto techniczny: czy czasoprzestrzeń dopuszcza zamknięte krzywe czasopodobne, to jest takie, które wciąż wracają do punktu, w jakim się zaczęły?

Możemy próbować odpowiedzieć na to pytanie na trzech poziomach. Pierwszym z nich jest ogólna teoria względności Einsteina. Chodzi tu o teorię klasyczną, to znaczy zakładającą, że Wszechświat ma jasno określoną historię, bez żadnej niepewności. Dla klasycznej teorii względności mamy dość kompletny obraz tego, jak mogłyby się odbywać podróże w czasie. Wie-

my jednak, że teoria klasyczna nie może być do końca słuszna, bo obserwujemy, że materia we Wszechświecie podlega fluktuacjom i nie da się precyzyjnie przewidzieć jej zachowania.

W latach dwudziestych XX wieku opracowano nowy paradygmat, zwany teorią kwantową, żeby opisać te fluktuacje i określić ilościowo niepewność. Można więc postawić pytanie o podróże w czasie na tym drugim poziomie, zwanym teorią semiklasyczną. Rozważamy w niej kwantowe pola materii przy klasycznie pojmowanej czasoprzestrzeni. Obraz jest tu mniej pełny, ale przynajmniej mamy jakieś pojęcie, co z tym dalej robić.

Pozostaje jeszcze pełna kwantowa teoria grawitacji, czymkolwiek miałyby się ona okazać. Tutaj nie jest nawet jasne, jak postawić pytanie: „Czy podróże w czasie są możliwe?”. Nie wykluczone, że najlepsze, co można zrobić, to zapytać, jak obserwatorzy w nieskończoności interpretowaliby swoje pomiary. Czy myśleliby, że podróż w czasie odbyła się wewnątrz czasoprzestrzeni?

Wróćmy do teorii klasycznej: płaska czasoprzestrzeń nie zawiera zamkniętych krzywych czasopodobnych. Nie ma ich także w innych początkowo znanych rozwiązaniach równań Einsteina. Dlatego wielkim wstrząsem dla twórcy teorii względności było odkrycie w 1949 roku przez Kurta Gödla rozwiązania, które reprezentowało Wszechświat pełen obracającej się materii, z zamkniętymi krzywymi czasopodobnymi przechodzącymi przez każdy punkt. Rozwiązanie Gödla wymagało stałej kosmologicznej, o której wiadomo, że istnieje, chociaż znaleziono później inne rozwiązania, obywające się bez tej stałej.

Szczególnie ciekawym przypadkiem ilustrującym to rozwiązanie byłyby dwie struny kosmiczne, mijające się z dużą prędkością. Jak sama nazwa wskazuje, struny kosmiczne to obiekty mające długość i małe przekrój. Niektóre teorie cząstek elementarnych przewidują ich występowanie. Pole grawitacyjne pojedynczej struny jest płaską przestrzenią, z której wycięto trójkątny klin, struna zaś przechodzi przez jego czubek. A zatem jeśli obejdziemy kosmiczną strunę naokoło, odległość w przestrzeni okaże się mniejsza, niżbyśmy się spodziewali, ale czas pozostanie zgodny z przewidywaniami. Oznacza to, że czasoprzestrzeń wokół pojedynczej struny nie zawiera żadnych zamkniętych krzywych czasopodobnych.

Jeśli jednak mamy drugą strunę, która porusza się względem pierwszej, wycięty dla niej klin skróci zarówno odległości przestrzenne, jak i przedziały czasowe. Jeśli struny kosmiczne poruszają się względem siebie z prędkością bliską prędkości światła, to podczas okrążania obu strun możemy zaoszczędzić tak dużo czasu, że wrócimy, zanim wyruszyliśmy. Innymi słowy, istnieją zamknięte krzywe czasopodobne, wzdłuż których można się poruszać, żeby cofnąć się w przeszłość.

Czasoprzestrzeń strun kosmicznych zawiera materię o dodatniej gęstości energii, a zatem jest fizycznie sensowna. Jednak odkształcenie, które tworzy zamknięte krzywe czasopodobne, ciągnie się aż do nieskończoności i z powrotem w nieskończoną przeszłość. Te czasoprzestrzenie zostały więc stworzone z wbudowaną możliwością podróży w czasie. Nie mamy powodu przypuszczać, że nasz własny Wszechświat powstał poprzez takie odkształcenia, brak też wiarygodnych dowodów na to, by odwiedzali nas przybysze z przyszłości. (Nie licząc oczywiście spiskowej teorii zakładającej, że takimi gośćmi są pasażerowie ufo, o czym rząd dobrze wie i co tuszuje. Tak jakby wszelkie dotychczasowe próby tuszowania różnych wpadek przez rządy były szczególnie udane.) Należy zatem zakładać, że nie ma zamkniętych krzywych czasopodobnych w przeszłości liczonej od danej powierzchni stałego czasu – nazwijmy ją powierzchnią S.

Pojawia się pytanie, czy jakaś zaawansowana cywilizacja mogłaby zbudować wehikuł czasu – to znaczy, czy mogłaby zmodyfikować czasoprzestrzeń leżącą w przyszłości od S tak, aby w pewnym skończonym obszarze pojawiły się zamknięte krzywe czasopodobne? Mówię tu o „skończonym obszarze”, bo bez względu na swój stopień zaawansowania cywilizacja mogłaby

przypuszczalnie kontrolować tylko jakąś skończoną część Wszechświata.



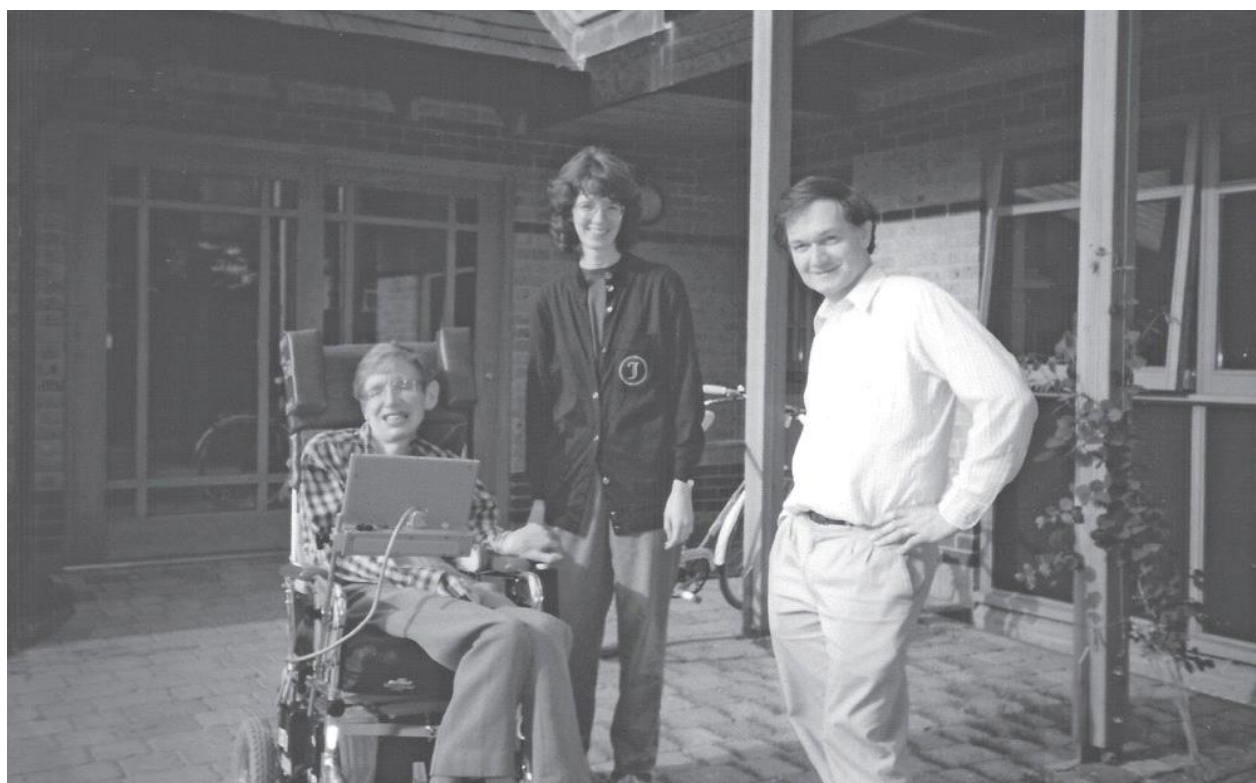
Z Rogerem Penrose'em (w górnym rzędzie w środku), Kipem Thorne'em (w dolnym rzędzie z lewej) i innymi

W naukach ścisłych znalezienie właściwego sposobu sformułowania problemu często stanowi klucz do jego rozwiązania – i tu właśnie mamy dobry przykład. Aby określić, co dokładnie oznacza skończony wehikuł czasu, wróciłem do moich wczesnych prac. Zdefiniowałem przyszły obszar Cauchy'ego powierzchni  $S$  jako zbiór punktów czasoprzestrzeni, w którym zdarzenia są całkowicie zdeterminowane zdarzeniami na  $S$ . Innymi słowy, zakreśliłem obszar czasoprzestrzeni, w którym każda możliwa trajektoria cząstki poruszającej się z prędkością mniejszą od światła wychodzi z  $S$ . Jeśli jednak zaawansowanej cywilizacji udało się zbudować wehikuł czasu, musiałaby istnieć zamknięta krzywa czasopodobna  $C$  w przyszłości od  $S$ . Krzywa  $C$  krążyłaby w kółko w przyszłości od  $S$ , ale nie wróciłaby i nie przecięła  $S$ , czyli punkty na krzywej  $C$  nie mogłyby leżeć w obszarze Cauchy'ego powierzchni  $S$ . Powierzchnia  $S$  miałaby wówczas horyzont Cauchy'ego – powierzchnię będącą przyszłą granicą obszaru Cauchy'ego.

Horyzonty Cauchy'ego pojawiają się wewnątrz niektórych rozwiązań dla czarnych dziur, a dokładniej w przestrzeni anty-de Sittera. Jednak w tych przypadkach promienie światła tworzące horyzont Cauchy'ego zaczynają się w nieskończoności albo w osobliwościach. Utworzenie takiego horyzontu Cauchy'ego wymagałoby albo całkowitego pofałdowania czasoprzestrzeni aż do nieskończoności, albo wystąpienia osobliwości. Takie odkształcenie całej czasoprzestrzeni teoretycznie leżałoby poza możliwościami najbardziej nawet zaawansowanej

cywilizacji, która mogłaby ewentualnie pofałdować czasoprzestrzeń tylko na skończonym obszarze. Zaawansowana cywilizacja mogłaby zgromadzić wystarczająco dużo materii, żeby doprowadzić do kolapsu grawitacyjnego, w wyniku którego powstałaby osobliwość czasoprzestrzeni, przynajmniej według klasycznej ogólnej teorii względności. Nie dałoby się jednak zdefiniować równań Einsteina w punkcie osobliwości, więc nie można by było przewidzieć, co się będzie działo poza horyzontem Cauchy'ego, a w szczególności tego, czy powstaną jakieś zamknięte krzywe czasopodobne.

Za kryterium powstania wehikułu czasu należy zatem przyjąć horyzont Cauchy'ego wygenerowany w sposób skończony, to znaczy utworzony przez promienie świetlne emitowane w całości z pewnego zwartego obszaru. Innymi słowy, to światło nie mogłoby wydobywać się z nieskończoności ani z osobliwości, ale musiałyby pochodzić z pewnego skończonego obszaru zawierającego zamknięte krzywe czasopodobne, właśnie takiego, jaki według naszych przypuszczeń mogłaby utworzyć owa zaawansowana cywilizacja.



Z Rogerem i jego żoną Vanessą

Przyjęcie tej definicji jako podstawy wehikułu czasu ma tę zaletę, że można zastosować mechanizm struktury przyczynowej, opracowany przez Rogera Penrose'a i mnie do badania osobliwości i czarnych dziur. Nawet bez korzystania z równań Einsteina byłem w stanie wykazać, że ogólnie rzecz biorąc, wygenerowany w sposób skończony horyzont Cauchy'ego będzie zawierać zamknięty promień świetlny, czyli promień, który ciągle wraca do tego samego punktu. Co więcej, z każdym takim powrotem światło będzie coraz bardziej przesunięte ku fioletowi, więc obraz będzie się robił coraz bardziej niebieski. Promienie świetlne mogą się za każdym razem na tyle rozogniskować, by energia światła nie narastała i nie stała się nieskończona. Jednak przesunięcie ku fioletowi będzie oznaczać, że cząstka światła będzie mieć tylko skończoną historię, w rozumieniu jej własnej miary czasu, nawet jeśli będzie krążyć w kółko w skończonym obszarze.

rze i nie trafi na osobliwość krzywizny.

Może być nam wszystko jedno, czy historia cząstki dopełni się w skończonym czasie. Jednak udało mi się także udowodnić, że mogą istnieć trajektorie cząstek poruszających się z prędkością mniejszą od światła, które mają tylko skończony czas trwania. Mogłyby to być historie obserwatorów uwięzionych w pewnym skończonym obszarze przed horyzontem Cauchy'ego i krążących coraz szybciej, aż do osiągnięcia prędkości światła w skończonym czasie.

Jeśli więc piękna kosmitka w latającym talerzu zaprosi cię do swojego wehikułu czasu, wsiadaj ostrożnie. Możesz wpaść w jedną z tych zapętlonych, powtarzających się historii, mających jedynie skończony czas trwania.

Jak już wspomniałem, te wyniki zależą nie od równań Einsteina, ale wyłącznie od tego, w jaki sposób czasoprzestrzeń musiałaby się pofałdować, aby powstały zamknięte krzywe czasopodobne na jakimś skończonym obszarze. Pojawia się tu jednak pytanie: jakiego rodzaju materii potrzebowałaby zaawansowana cywilizacja do odkształcenia czasoprzestrzeni tak, aby zbudować wehikuł czasu o skończonych rozmiarach? Czy wystarczyłaby do tego materia o dodatniej gęstości energii w każdym punkcie, jak w czasoprzestrzeni strun kosmicznych? Można by sobie wyobrazić, że uda się kiedyś skonstruować skończony wehikuł czasu za pomocą skończonych pętli strun kosmicznych i zachować wszędzie dodatnią gęstość energii. Przykro mi, że muszę rozczarować chętnych do powrotu w przeszłość, ale nie da się tego zrobić przy zachowaniu dodatniej gęstości energii w każdym punkcie. Udowodniłem, że do budowy skończonego wehikułu czasu potrzebna jest energia ujemna.

W teorii klasycznej wszystkie fizycznie sensowne pola spełniają słaby warunek energetyczny, który mówi, że gęstość energii dla każdego obserwatora jest większa lub równa zero. Zatem w takiej teorii wehikuły czasu skończonej wielkości są wykluczone. Sytuacja wygląda jednak nieco inaczej w teorii semiklasycznej, w której rozważa się pola kwantowe w klasycznej czasoprzestrzeni. Zgodnie z obowiązującą w teorii kwantowej zasadą nieoznaczoności pola cały czas fluktuują, nawet w pozornie pustej przestrzeni. Te fluktuacje kwantowe sprawiają, że gęstość energii jest nieskończona. Trzeba zatem odjąć nieskończoną ilość, aby uzyskać obserwowaną skończoną gęstość energii. W przeciwnym razie gęstość energii zakrzywi czasoprzestrzeń do pojedynczego punktu. W wyniku takiego odejmowania możemy otrzymać ujemną wartość oczekiwaną energii, przynajmniej lokalnie. Nawet w płaskiej przestrzeni można znaleźć stany kwantowe, w których wartość oczekiwana gęstości energii jest lokalnie ujemna, chociaż energia całkowita będzie dodatnia.

Można by się zastanawiać, czy te ujemne wartości oczekiwane rzeczywiście powodują odpowiednie odkształcenie czasoprzestrzeni. Wydaje się jednak, że muszą. Zasada nieoznaczoności w mechanice kwantowej pozwala na wyciekanie cząstek i promieniowania z czarnej dziury. W efekcie czarna dziura traci masę i powoli wyparowuje. Żeby horyzont czarnej dziury się kurczył, gęstość energii na horyzoncie musi być ujemna i odkształcać czasoprzestrzeń w taki sposób, by promienie świetlne odchylały się od siebie. Gdyby gęstość energii zawsze była dodatnia i odkształcała czasoprzestrzeń tak, by promienie światła zakrzywiały się ku sobie, powierzchnia horyzontu czarnej dziury mogłaby tylko rosnąć z czasem.

Parowanie czarnych dziur pokazuje, że kwantowy tensor energii-pędu materii może czasem zakrzywiać czasoprzestrzeń właśnie w kierunku potrzebnym do budowy wehikułu czasu. Można zatem sobie wyobrazić, że jakaś bardzo zaawansowana cywilizacja sprawi, by wartość oczekiwana gęstości energii była ujemna i wystarczająca do skonstruowania wehikułu czasu, który może transportować obiekty makroskopowe.

Jest jednak istotna różnica między horyzontem czarnej dziury a horyzontem w wehikule czasu, który zawiera zamknięte, krążące w kółko promienie świetlne. W takim przypadku gęstość

energii byłaby nieskończona, co by oznaczało, że osoba lub statek kosmiczny próbujące przekroczyć ten horyzont, żeby dostać się do wehikułu czasu, zostałyby unicestwione przez wiązkę promieniowania. Może to ostrzeżenie ze strony natury, żeby nie majstrować przy przeszłości.

Przyszłość podróży w czasie maluje się więc w czarnych barwach... czy też może raczej w oślepiająco białych. Jednak wartość oczekiwana tensora energii-pędu zależy od stanu kwantowego pól w tle. Teoretycznie mogłyby istnieć stany kwantowe, w których gęstość energii jest skończona na horyzoncie – i są nawet na to przykłady. Jak osiągnąć taki stan kwantowy i czy byłby on stabilny przy przekraczaniu horyzontu przez różne obiekty – tego nie wiemy. Może będzie to leżało w zasięgu możliwości jakiejś zaawansowanej cywilizacji.

Fizycy powinni mieć swobodę dyskusji o tej kwestii bez narażania się na pogardliwe uśmiechy i drwiny. Nawet jeśli okaże się, że podróże w czasie są niemożliwe, ważne, byśmy rozumieli, dlaczego tak jest.

Niewiele wiemy na temat w pełni skwantowanej teorii grawitacji. Można się jednak spodziewać, że będzie się ona różnić od teorii semiklasycznej jedynie w kwestii długości Plancka, jednej milion miliardów miliardów miliardowej części centymetra. Fluktuacje kwantowe na tle czasoprzestrzeni mogą tworzyć tunele czasoprzestrzenne i umożliwiać podróże w czasie w skali mikroskopowej, ale według ogólnej teorii względności ciała makroskopowe nie będą w stanie wrócić do swojej przeszłości.

Nawet jeśli kiedyś zostanie odkryta jakaś inna teoria, nie sądzę, by podróże w czasie były kiedykolwiek możliwe. Gdyby były, już by nas zalała lawina turystów z przyszłości.

## 12. Czas urojony

Podczas mojej pracy w Caltechu odwiedziliśmy Santa Barbara, miasto leżące na wybrzeżu, dwie godziny drogi od Pasadeny. Razem z moim przyjacielem Jimem Hartle'em pracowałem tam nad nowym sposobem obliczania, jak cząstki mogą być emitowane przez czarną dziurę. Dodawaliśmy do siebie wszystkie możliwe trajektorie uciekającej z dziury cząstki. Stwierdziliśmy, że prawdopodobieństwo wyemitowania cząstki przez czarną dziurę jest związane z prawdopodobieństwem wpadnięcia cząstki do tej dziury, tak jak wiążą się ze sobą prawdopodobieństwa emisji i absorpcji dla ciał gorących. To po raz kolejny pokazywało, że czarne dziury zachowują się tak, jakby miały temperaturę i entropię proporcjonalne do powierzchni swojego horyzontu.

W naszych obliczeniach wykorzystaliśmy pojęcie czasu urojonego, którego kierunek można sobie wyobrazić jako prostopadły do linii zwykłego czasu rzeczywistego. Po powrocie do Cambridge rozwijałem tę koncepcję z pomocą dwóch moich byłych doktorantów, Gary'ego Gibbonsa i Malcolma Perry'ego. Zastąpiliśmy czas zwykły czasem urojonym. Nazywa się to podejściem euklidesowym, ponieważ czas staje się tu czwartym wymiarem przestrzeni. Początkowo metoda ta spotkała się z dużym oporem, ale dziś jest ogólnie akceptowana jako najlepszy sposób badania grawitacji kwantowej. Przestrzeń euklidesowa czasu w czarnej dziurze jest gładka i nie zawiera osobliwości, w której załamywałyby się prawa fizyki. Podejście to rozwiązało fundamentalny problem, jaki niesły ze sobą moje i Penrose'a twierdzenia o osobliwościach: że z powodu osobliwości załamuje się przewidywalność. Dzięki zastosowaniu podejścia euklidesowego byliśmy w stanie zrozumieć, dlaczego czarne dziury zachowują się jak ciała gorące i mają entropię. Gary i ja wykazaliśmy również, że Wszechświat rozszerzający się w coraz szybszym tempie zachowywałby się tak, jakby miał taką temperaturę efektywną jak czarna dziura. Myśleliśmy wtedy, że tej temperatury nigdy nie da się zaobserwować, ale jej znaczenie stało się jasne już czternaście lat później.

Zajmowałem się głównie czarnymi dziurami, ale moje zainteresowanie kosmologią rozbudziła na nowo sugestia, że wczesny Wszechświat przeszedł przez fazę ekspansji inflacyjnej. Jego wielkość w tej fazie rosłaby w coraz szybszym tempie, tak jak ceny w sklepach przy szalejącej inflacji. W 1982 roku za pomocą metod euklidesowych wykazałem, że taki Wszechświat stałby się nieco niejednorodny. Podobne wyniki uzyskał mniej więcej w tym samym czasie rosyjski naukowiec Wiaczesław Muchanow, ale o tym na Zachodzie dowiedziano się dopiero później.

Te niejednorodności mogą być wywołane fluktuacjami termicznymi, wynikającymi z temperatury efektywnej we Wszechświecie inflacyjnym (o tej temperaturze Gary Gibbons i ja pisaliśmy osiem lat wcześniej). Kilku innych naukowców podało później podobne prognozy. Poprowadziłem w Cambridge warsztaty, w których wzięli udział wszyscy główni badacze tej dziedziny, i na tym spotkaniu ustaliliśmy z grubsza, jak wygląda obecnie nasz obraz fazy inflacyjnej. Omówiliśmy też bardzo istotne fluktuacje gęstości, prowadzące do powstawania galaktyk, a więc i do naszego istnienia.



Z Donem Page'em (w górnym rzędzie, pierwszy z lewej), Kipem Thorn'em (w dolnym rzędzie, trzeci z lewej) i Jimem Hartle'em (w dolnym rzędzie, pierwszy z prawej)

Dziesięć lat później satelita COBE (Cosmic Background Explorer) odnotował różnice w mikrofalowym promieniowaniu tła mierzonym w różnych kierunkach, wywołane właśnie fluktuacjami gęstości. A zatem raz jeszcze w badaniu grawitacji teoria wyprzedziła doświadczenie. Fluktuacje te potwierdziły później sonda WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe) oraz satelita Planck. Jak się okazało, obserwacje dokładnie zgadzały się z przewidywaniami.

Scenariusz teorii inflacyjnej pierwotnie przewidywał, że Wszechświat rozpoczął się od osobliwości Wielkiego Wybuchu. W miarę jak się rozszerzał, miał w jakiś sposób wejść w etap inflacji. Uważałem takie wyjaśnienie za niezadowalające, ponieważ przy takich założeniach wszystkie równania załamują się w punkcie osobliwości, jak już to wcześniej omawialiśmy. A jeśli nie wiadomo, co powstało z początkowej osobliwości, nie da się obliczyć, jak Wszechświat będzie się rozwijał. W takim przypadku kosmologia nie miałaby żadnych zdolności przewidywania. Potrzebna była więc czasoprzestrzeń bez osobliwości, jak w euklidesowej wersji czarnej dziury.

Lato po warsztatach w Cambridge spędziłem w nowo powstałym Instytucie Fizyki Teoretycznej w Santa Barbara. Rozmawiałem z Jimem Hartle'em o zastosowaniu podejścia euklidesowego w kosmologii. Zgodnie z tym podejściem kwantowe zachowanie Wszechświata opisuje Feynmanowska suma po historiach – a dokładniej po pewnej klasie historii – w czasie urojonym. Ponieważ czas urojony zachowuje się jak kolejny kierunek przestrzeni, historie w czasie urojonym mogą być zamkniętymi powierzchniami, takimi jak powierzchnia Ziemi, bez początku i końca.

Zdecydowaliśmy z Jimem, że taka klasa historii będzie najbardziej naturalnym – a właściwie jedynym naturalnym – wyborem. Sformułowaliśmy propozycję modelu „wszechświata bez



brzegów”: warunkiem brzegowym Wszechświata jest jego skończoność przy braku brzegów. Zgodnie z tym modelem początek Wszechświata można porównać do bieguna południowego Ziemi; stopnie szerokości geograficznej odgrywają tu rolę czasu urojonego. Wszechświat zacząłby się jako punkt na biegunie południowym. Kiedy przesuwamy się na północ, równoleżniki, czyli okręgi reprezentujące w naszym modelu wielkość Wszechświata, będą się rozszerzać. Pytanie o to, co się działo przed początkiem Wszechświata, staje się więc bezsensowne, bo na południe od bieguna południowego nic nie ma.

Czas, mierzony w naszej analogii w stopniach szerokości geograficznej, zaczynałby się na biegunie południowym, ale biegun nie różni się od żadnego innego punktu na powierzchni globu. Obowiązują tam te same prawa przyrody co w innych miejscach. W ten sposób wyeliminowalibyśmy wysuwane od dawna zastrzeżenie co do koncepcji początku Wszechświata – że byłoby to miejsce, w którym załamują się normalne prawa fizyki. Ominęliśmy naukową i filozoficzną trudność dotyczącą tego, że czas ma początek – dzięki zmianie czasu w jeden z kierunków w przestrzeni.

Z warunku braku brzegów wynika, że Wszechświat powstaje spontanicznie z niczego. W pierwszej chwili wydawało się, że model bez brzegów nie przewiduje wystarczającej inflacji, ale później uświadomiłem sobie, że prawdopodobieństwo danej konfiguracji Wszechświata musi uwzględniać objętość tej konfiguracji. Ostatnio Jim Hartle, Thomas Hertog (kolejny z moich byłych studentów) i ja odkryliśmy, że istnieje dualizm między wszechświatami inflacyjnymi a przestrzeniami o ujemnej krzywiznie. Pozwala nam to sformułować propozycję Wszechświata bez brzegów w nowy sposób i wykorzystać rozbudowany aparat pojęciowy i obliczeniowy, który opracowano dla takich przestrzeni. Model bez brzegów przewiduje, że Wszechświat na samym początku był prawie zupełnie gładki, miał jednak drobne nieregularności. Rosły one, w miarę jak Wszechświat się rozszerzał, i doprowadziły do powstania galaktyk, gwiazd i wszystkich innych obiektów we Wszechświecie, w tym także organizmów żywych. Warunek braku brzegów stanowi klucz do stworzenia życia – powód naszego istnienia.

## 13. Bez granic

Kiedy miałem dwadzieścia jeden lat i zachorowałem na als, uważałem, że to strasznie niesprawiedliwe. Dlaczego coś takiego zdarzyło się akurat mnie? Myślałem, że moje życie się skończyło i że nigdy nie zrealizuję potencjału, który – jak czułem – we mnie drzemał. Jednak teraz, pięćdziesiąt lat później, mogę być po cichu zadowolony z życia. Byłem dwukrotnie żonaty i mam troje pięknych, zdolnych dzieci. Odniosłem sukcesy w karierze naukowej: większość fizyków teoretyków zgodzi się chyba, że moje przewidywania dotyczące kwantowej emisji z czarnych dziur są prawidłowe, chociaż na razie nie dostałem za nie Nagrody Nobla, bo niezwykle trudno sprawdzić je eksperymentalnie. Z drugiej strony otrzymałem jeszcze cenniejszą Nagrodę Fizyki Fundamentalnej, przyznaną za teoretyczne znaczenie odkrycia, mimo że nie zostało ono potwierdzone doświadczalnie.

Niepełnosprawność nie stanowiła dla mnie poważnej przeszkody w pracy naukowej. Właściwie pod pewnymi względami była wręcz zaletą: nie musiałem prowadzić wykładów i zajęć ze studentami ani zasiadać w nudnych komisjach, których obrady zajmują mnóstwo czasu. Mogłem więc całkowicie poświęcić się badaniom naukowym.

Dla moich kolegów po fachu jestem po prostu jednym z wielu fizyków, ale dla ogółu stałem się być może najbardziej znanym naukowcem na świecie. Częściowo wynika to stąd, że naukowcy, poza Einsteinem, nie osiągnęli popularności gwiazd rocka, a częściowo stąd, że pasuję do stereotypu niepełnosprawnego geniusza. Nie mogę się ukryć pod peruką i ciemnymi okularami – wózek i tak mnie zdradzi.



## W roli prezentera na igrzyskach paraolimpijskich

Bycie znanym i rozpoznawalnym ma swoje plusy i minusy. Do minusów zalicza się to, że podczas zwykłych czynności w rodzaju robienia zakupów oblegają mnie tłumy ludzi chcących się ze mną sfotografować, a prasa dawniej wykazywała niezdrowe zainteresowanie moim życiem prywatnym. Jednak te minusy blakną w obliczu plusów. Ludzie autentycznie cieszą się, że mnie widzą. A największe audytorium miałem jako prezenter podczas igrzysk paraolimpijskich w Londynie w 2012 roku.



W świątyni Nieba w Pekinie

Miałem pełne i satysfakcjonujące życie. Uważam, że osoby niepełnosprawne powinny skoncentrować się na rzeczach dostępnych dla siebie i nie żałować tego, czego nie mogą robić. Mnie udało się zrealizować większość pragnień. Dużo podróżowałem. Siedem razy byłem w Związku Radzieckim. Po raz pierwszy pojechałem tam z grupą studentów, z których jeden, baptysta, chciał rozprawiać na miejscu Biblię po rosyjsku i poprosił nas, żebyśmy je przemycili. Udało nam się je wwieźć niepostrzeżenie, ale do czasu naszego wyjazdu władze zdążyły się zorientować, co zrobiliśmy, i zostaliśmy zatrzymani. Jednak oskarżenie nas o przemyt Biblii wywołałoby międzynarodowy skandal, więc po kilku godzinach nas wypuszczono. Pozostałe sześć wizyt odbyłem, żeby spotkać się z rosyjskimi naukowcami, którym nie wolno było wtedy podróżować do państw zachodnich. Po rozpadzie Związku Radzieckiego w 1990 roku wielu najlepszych naukowców wyjechało na Zachód, więc już więcej do Rosji nie pojechałem.



Z moją córką Lucy na spokojaniu z królową Elżbietą II

Odwiedziłem też sześciokrotnie Japonię, trzykrotnie Chiny i co najmniej raz każdy z kontynentów, łącznie z Antarktydą, choć z wyjątkiem Australii. Poznałem prezydentów Korei

Południowej, Chin, Indii, Irlandii, Chile i Stanów Zjednoczonych. Wykładałem w Wielkiej Hali Ludowej w Pekinie oraz w Białym Domu. Pływałem łodzią podwodną, latałem balonem, odbyłem lot w stanie nieważkości i mam zarezerwowany bilet na podróż w kosmos w firmie Virgin Galactic.



Jane, Lucy, Robert i ja w domu w Pasadenie

Moje wczesne prace wykazały, że ogólna teoria względności załamuje się w punktach osobliwości: podczas Wielkiego Wybuchu i w czarnych dziurach. Z moich późniejszych badań wynika, że teoria kwantowa może przewidzieć, co dzieje się na początku i końcu czasu. Żyję we wspaniałym momencie w historii – to był cudowny okres do prowadzenia badań z fizyki teoretycznej. Jestem szczęśliwy, jeśli udało mi się wnieść jakiś wkład w nasze rozumienie Wszechświata.

## Wykaz źródeł zdjęć

W kolejności występowania:

1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 12, 25, 26: Mary Hawking

5, 11, 23, 24, 32, 35, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 46: Stephen Hawking

8: National Archives and Records Administration

27: „Herts Advertiser”

28, 29, 30, 31: Gillman & Soame

33: Suzanne McClenahan

34: Lafayette Photography

36: John McClenahan

40: Archiwa California Institute of Technology

45, 47: Bernard Carr

48: Judith Croasdell

49: Zhang Chao Wu

50: Alpha/Globe Photos Inc.

51: Steve Boxall

## O Autorze

Stephen Hawking przez trzydzieści lat był profesorem matematyki w Katedrze Lucasa Uniwersytetu Cambridge. Jest laureatem wielu nagród i wyróżnień, między innymi Medalu Wolności przyznanego mu przez prezydenta Stanów Zjednoczonych w 2009 roku. Do jego książek popularnonaukowych należą: klasyczna już *Krótką historia czasu*, zbiór esejów *Czarne dziury i wszechświaty niemowlęce*, *Wszechświat w skorupce orzecha* oraz napisane wspólnie z Leonar-dem Mlodinowem *Jeszcze krótsza historia czasu* i *Wielki Projekt*.



Przekład: Agnieszka Sobolewska

Redakcja: Milena Schefs

Konsultacja merytoryczna :Agnieszka Drzazgowska

Korekta: Małgorzata Kuśnierz, Elżbieta Jaroszuk

Projekt okładki: Michał Olewnik

Układ typograficzny, łamanie: manufaktura | [www.manufaktu-ar.com](http://www.manufaktu-ar.com)

Grupa Wydawnicza Foksal Sp. z o.o.

00-372 Warszawa, ul. Foksal 17

tel. 22 828 98 08, 22 894 60 54

biuro@gwfoksal.pl

ISBN 978-83-7881-318-7

Skład wersji elektronicznej: Michał Olewnik / Grupa Wydawnicza Foksal Sp. z o.o.

i Michał Nakoneczny / Virtualo Sp. z o.o.

**VIRTUALO**  
Digital platform of tomorrow

